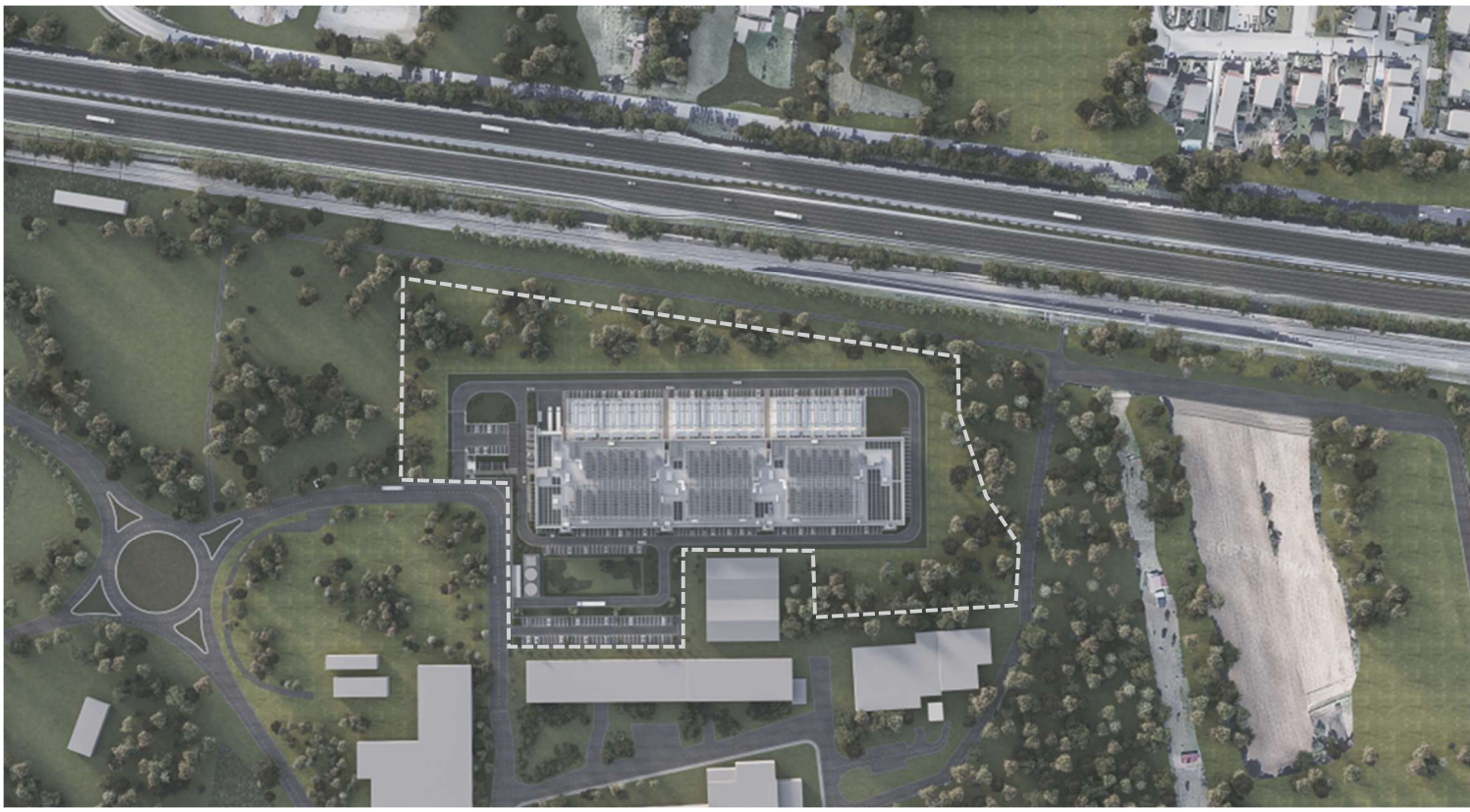
HSMXP1 – Campus Sedriano

Progetto per un nuovo Data Center in via Luigi Galvani a Sedriano, MI, Italy



HSMXP1SDR_SIA11

TITOLO DEL DOCUMENTO:

Invarianza idraulica e idrogeologica

PROCEDURA:

Valutazione di impatto ambientale per l'installazione di gruppi elettrogeni di emergenza con potenza maggiore di 150 MWt

D.Lgs 152/2006, Titolo III.

D.Lgs 152/2006, art. 2, Allegato II, alla parte seconda – progetti di competenza statale.

DATA:

8 maggio 2026

NOME FILE:

HSMXP1SDR_SIA11_Invarianza idraulica e idrogeologica.pdf

AUTORE:

Lombardini22 – Ing. Roberto Cereda

FIRMA DIGITALE:

Ing. Roberto Cereda

Iscritto all' Ordine Degli Ingegneri di Brescia al n. 2609

PROGETTO:	HS MXP1 SDR
INDIRIZZO:	Via Luigi Galvani S/N, Sedriano, MI, Italy
TITOLO DOCUMENTO:	Invarianza idraulica e idrogeologica
DESCRIZIONE	Invarianza idraulica e idrogeologica
IDENTIFICATORE:	HSMXP1SDR_SIA11_Invarianza idraulica e idrogeologica
AUTORE:	Lombardini22 – Ing. R. Cereda
DATA:	08/05/2026
REVISIONE:	REV.01
CARTELLA VIA:	

PROPONENTE:	**MINERVA ITALY DC SPV S.R.L.**
PROPRIETÀ DELLE AREE:	**MINERVA ITALY DC SPV S.R.L.**
SVILUPPATORE:	**HSCALE**

Lombardini22 Spa
Via Lombardini 22
20143, Milano
+39 02 36596200
lombardini22@legalmail.it
www.lombardini22.com
Azienda certificata ISO 9001:201
Certif. n. 50 100 8319 da TUV Italia

Studio Tecnico Castelli s.r.l.
Via prof. Monteggia 38
21014 – Laveno Mombello (VA)
+39 0332 651693
info@pec.studiotecnicocastelli.eu
www.studiotecnicocastelli.eu

Black & White Engineering
Office No. 1801
Marina Plaza
Dubai Marina
PO Box 27793
+971 4 365 2228
www.bw-engineering.com

© Il presente documento è di proprietà esclusiva. è vietata la riproduzione o comunicazione a terzi del contenuto senza preventiva autorizzazione.

External area Hydraulic Invariance Technical and calculation report

Client	HScale
Project No.	P10538
Date	06/02/2026
Revision	P01
Reference	MXP1-L22-SW-XX-RP-C-900004

Rev. No.	Date	Revision Details	Completed by
P01	**06/02/2026**	**Stage 3 – 100% Issue**	**Eng. Roberto Cereda**

Black&White® L22DC

HSCALE
25 Soho Square, London W1D 3QR
+44 20 3334 8385
info@hscaledc.com

MXP1 Data Center

Via Galvani
20018 Sedriano, Italy

RIBA Stage 3 Design
Status S4
Revision P01

Document:
MXP1-L22-SW-XX-RP-C-900004
Relazione di invarianza idraulica

Date
6 February 2026

Approved by
Ing. Roberto Cereda

TABLE OF CONTENTS

1. PREMESSA 4
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO 7
2.1 Normativa regionale 7
2.2 Normativa nazionale 9
2.3 Normativa Europea 9
3. INQUADRAMENTO GENERALE DELL'INTERVENTO 10
3.1 Inquadramento territoriale 10
3.2 Inquadramento geologico e idrogeologico 12
3.3 Inquadramento idrogeologico 13
3.4 Permeabilità del suolo 14
4. SUPERFICI DELL'INTERVENTO 15
4.1 Superfici 15
4.2 Calcolo delle misure di invarianza idraulica e idrologica 18
4.2.1 Classe d' intervento 20
4.3 Definizione della procedura dettagliata 22
4.4 Definizione dei Requisiti Minimi 22
5. PLUVIOMETRIA E DEFINIZIONE DELLE PIOGGE DI PROGETTO 24
5.1 Dati idrologici 25
5.2 Pluviometria 26
6. DIMENSIONAMENTO RETE DI FOGNATURA METEORICA 28
6.1 Metodologie di calcolo 28
6.2 Dimensionamento idraulico 31
6.3 Descrizione del sistema di smaltimento 32
6.4 Descrizione del sistema di disoleazione 33
6.4.1 Descrizione del sistema di disoleazione 34
7. INVARIANZA IDRAULICA 36
7.1 Valutazioni idrologiche 36
7.2 Procedura dettagliata invarianza idraulica 36
7.3 Tempo di svuotamento 45
7.4 Tempi di corrivazione bacini per invasi di laminazione 46
7.5 Dimensionamento invasi di laminazione 47
7.5.1 Celle filtranti 47
7.5.1.1.1 Dimensionamento celle drenanti -Tr 50 anni 50
7.5.1.1.2 Verifiche celle drenanti -Tr 50 anni 55
7.5.1.1.3 Dimensionamento celle drenanti -Tr 100 anni 57
7.5.1.1.4 Verifiche celle drenanti -Tr 100 anni 61

7.6 Soluzioni tecnologiche 63

7.6.1 Soluzioni tecnologiche 63

8. PIANI DI MANUTENZIONE 66

8.1 Piani di manutenzione celle filtranti 66

8.1.1 Modalità operative di pulizia 67

8.2 Piani di manutenzione disoleatori 71

INDICE FIGURE

Figura 3.1: Inquadramento territoriale su Carta IGM con identificazione dell'area - 1:25000 10
Figura 3.2: Stralcio della CTR con indicazione dell'area di intervento - scala 1:25000..... 11
Figura 3.3: Stralcio della carta geologica allegata al PGT comunale (in rosso l'area in esame)..... 12
Figura 3.4: Stralcio della carta idrogeologica allegata al PGT comunale (in rosso l'area in esame)..... 13
Figura 3.5: Classificazione dei terreni in funzione della permeabilità 14
Figura 4.1: Ripartizione superfici 17
Figura 4.2: Suddivisione in aree in funzione del livello di criticità idraulica della Regione Lombardia 18
Figura 4.3: Criticità idraulica – allegato C 19
Figura 4.4 – Estratto Allegato C – Legge Regionale 22
Figura 5.1 – Andamento delle curve di possibilità climatica, metodo LSPP..... 27
Figura 6.1: Metodo cinematico: schema del bacino e idrogramma di piena per differenti durate di precipitazione 29
Figura 6.2 – Disoleatore statico a pacchi lamellari 34
Figura 6.3 – Disoleatore statico a pacchi lamellari – 60 l/s 35
Figura 7.1 – Tecnologia Celle drenanti..... 63
Figura 7.2 – Modalità di posa del sistema celle drenanti 64
Figura 7.3 – Diametri aperture celle drenanti per innesto tubi 65
Figura 8.1 – Ispezione con telecamera orientabile carrellata 66
Figura 8.2 – Idropulitrice per pulizia dei canali interni..... 68
Figura 8.3 – Asportazione dei fanghi 71
Figura 8.4 – Dispositivo di chiusura automatica..... 73

INDICE TABELLE

Tabella 3.1: Valori conduttività idraulica 14
Tabella 4.1: Modalità di calcolo da applicare in base alla tipologia di intervento 20
Tabella 4.2 – Dati superfici 20
Tabella 4.3: Modalità di calcolo da applicare in base alla tipologia di intervento 21
Tabella 5.1 – Output estrazione dei parametri regionalizzati 26
Tabella 5.2 Curve sovra e sub orarie 27
Tabella 6.1 – Tempi corrivazione rete acque oleose 30
Tabella 6.2 – Tempi corrivazione rete acque meteoriche 31
Tabella 6.3 – Disoleatori statici a pacchi lamellari 35
Tabella 7.1 – tabella portata variabile celle drenanti 43
Tabella 7.2 – Tempi di corrivazione celle drenanti 46
Tabella 7.3 – Caratteristiche dimensionali celle drenanti – requisiti minimi 47
Tabella 7.4 – Caratteristiche dimensionali celle drenanti con un volume utile del 96% ... 48
Tabella 7.5 – Procedura dettagliata celle drenanti – Tr50 anni 51
Tabella 7.6 – Grafico celle drenanti – ietogramma triangolare e modello cinematico – Tr 50 anni 51
Tabella 7.7 – Tabella portata-volumi – ietogramma triangolare e modello cinematico – Tr50 anni 55
Tabella 7.8 – Verifiche tempo di ritorno 50 anni 55
Tabella 7.9 – Portata variabile celle drenanti 56
Tabella 7.10 – Procedura dettagliata celle drenanti – Tr100 anni 58
Tabella 7.11 – Grafico celle drenanti – ietogramma triangolare e modello cinematico – Tr100 anni 59
Tabella 7.12 – Tabella portata-volumi – ietogramma triangolare e modello cinematico – Tr 100 anni 61
Tabella 7.13 – Verifiche tempo di ritorno 100 anni – celle drenanti 62
Tabella 7.14 – Portata variabile celle drenanti 62

1. PREMESSA

Il presente documento MXP1-L22-SW-XX-RP-C-900007 viene redatto come parte integrante della Valutazione del progetto antincendio con istanza di deroga ai sensi dell'art. 3 e 7 del D.P.R 151/2011 e regolamento di attuazione del D.M. 07/08/2021 per la realizzazione di nuovo Data Centre sito in Via Luigi Galvani a Sedriano (MI). Tale progetto è realizzato da Lombardini 22 S.p.A., Via Lombardini 22 Milano.

Lo stesso documento si configura come progetto di invarianza idraulica ed idrologica ai sensi del regolamento regionale (Regione Lombardia) n.7 del 23 novembre 2017, e il successivo sostanziale aggiornamento entrato nell'anno corrente con il R.R. 01 Aprile 2025, n. 3 e ss.mm.ii. a supporto del **"**MXP1-L22-SW-XX-RP-C-900007**"**

Il presente elaborato ha come obiettivo la verifica del rispetto dei principi di invarianza idraulica e idrologica previsti dalla normativa regionale vigente. In particolare, per i suddetti principi significa:

- Invarianza idraulica: garantire che le portate massime di deflusso meteorico convogliate nei ricettori naturali o artificiali non superino quelle proprie della condizione pre-urbanizzazione (*art. 58-bis, comma 1, lett. a), L.R. 12/2005*);
- Invarianza idrologica: assicurare che portate e volumi complessivi di deflusso non risultino incrementati rispetto allo stato ante-operam (*art. 58-bis, comma 1, lett. b), L.r. 12/2005*).

Al fine di ridurre il rischio di allagamento in ambito urbano, contenere i conferimenti di acque meteoriche nei corpi idrici recettori tramite un controllo "alla sorgente" e migliorare la qualità delle acque convogliate, limitando i fenomeni di inquinamento diffuso (*art. 58-bis, comma 1, lett. c), L.r. 12/2005*), si pensa alla realizzazione di un sistema di drenaggio urbano sostenibile (SUDS).

L'elaborato è articolato nelle seguenti fasi:

1. **Inquadramento generale**: ricognizione degli strumenti urbanistici vigenti (PGT e piani sovraordinati);
2. **Valutazione delle superfici e delle classi d'intervento:** quantificazione delle superfici di riferimento delle aree privata e pubblica, con identificazione delle classi d'intervento specifiche per le relative aree;

3. **Identificazione dei bacini idrografici:** valutazione dei bacini idrografici, con le caratteristiche di permeabilità in funzione della tipologia di superficie, per le aree privata e pubblica;
4. **Definizione delle curve di possibilità pluviometrica caratteristiche**: valutazione quantitativa delle altezze di pioggia relative ai Tempi di ritorno di 50 e 100 anni, per il dimensionamento delle reti fognarie e per l'individuazione dei volumi di laminazione nell'applicazione del principio d'invarianza idraulica;
5. **Dimensionamento delle reti fognarie meteoriche**: determinazione delle portate e dei diametri della rete con il metodo cinematico, con verifica della sua funzionalità in termini di velocità, gradi riempimento e pendenze;
6. **Invarianza idraulica e individuazione della tecnologia di laminazione**: definizione dei volumi idonei per il rispetto dei principi di invarianza, in coerenza con quanto previsto dall'art. 11 del R.R. 7/2017 e delle relative soluzioni tecnologiche;
7. **Piano di manutenzione delle opere di laminazione**: definizione delle attività di manutenzione programmatica delle opere, al fine di garantirne il corretto funzionamento nel tempo.

Secondo il **R.R. 3/2025** si adottano le seguenti definizioni:

- Acque meteoriche di dilavamento: quota parte della precipitazione che, non infiltrata né evaporata, scorre sulle superfici scolanti.
- Acque pluviali: acque di dilavamento ad esclusione delle acque di prima pioggia provenienti dalle superfici soggette a quanto disposto dal R.R. 4/2006.
- Superficie scolante totale: insieme delle superfici che contribuiscono al deflusso verso il recettore considerato, indipendentemente dal grado di permeabilità.
- Superficie scolante impermeabile dell'intervento: superficie effettiva impermeabile ottenuta come prodotto fra l'area di intervento e il coefficiente di deflusso medio ponderale.

Sono assoggettati ai requisiti di invarianza idraulica e idrologica gli interventi edilizi individuati dall'art. 3, comma 1, lett. d), e), f) del *D.P.R. 380/2001*, ovvero:

- nuove edificazioni, inclusi ampliamenti;
- demolizioni con successiva ricostruzione, indipendentemente dal mantenimento della volumetria originaria;

- interventi di ristrutturazione urbanistica che modifichino la superficie edificata o la permeabilità del suolo rispetto allo stato ante-operam.

Le prescrizioni si applicano esclusivamente alla porzione di lotto interessata dall'intervento che comporta una riduzione della capacità infiltrante del suolo rispetto alla condizione preesistente.
Per quanto riguarda l'area oggetto d'intervento, la superficie totale è pari a 43.008,6 m^2 di cui 11.290,2 m^2 occupati dall'edificio, 16.510,6 m^2 occupati dalle pertinenze impermeabili (strade, marciapiedi, parcheggi, ecc.) e 15.207,8 m^2 aree verdi permeabili.

Il progetto prevede che tutte le acque meteoriche di dilavamento provenienti dalle superfici impermeabili dell'area (edifici, pertinenze e parcheggi) vengano convogliate e smaltite nei primi strati del sottosuolo, previa laminazione e trattamento disoleante, ove necessario. A tal fine, è prevista la realizzazione di n. 1 volume di celle drenanti, composti da singoli moduli, con dimensioni pari a 0,75 m x 0,75 m x (2 x 0,40 m) h.
Per la laminazione delle portate della parte sinistra del lotto verrà realizzerà una batteria di celle drenanti di forma rettangolare e superficie pari a 1.530 m^2, per una lunghezza di 60 m e una larghezza di 25,5 m, per un'altezza complessiva pari a 2,40 m.

È opportuno sottolineare che, in conformità a quanto indicato dal R.R. 07/17 e s.m.i., in presenza di condizioni idrogeologiche favorevoli, il sottosuolo rappresenta il recapito prioritario per lo smaltimento delle acque meteoriche di dilavamento.
Nei capitoli successivi verranno approfondite le scelte progettuali e i criteri di dimensionamento che hanno portato alla definizione della configurazione planimetrica del sistema di smaltimento sopra descritto. Per le ulteriori informazioni sulle opere si rimanda agli elaborati grafici di dettaglio.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

2.1 Normativa regionale

- Regolamento regionale 01 Aprile 2025, n.3 – Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica (aggiornamento del R.R. 7/2017);
- R.R. 7 del 23 novembre 2017: Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005 n.12 e successive modifiche (L.R. 26 novembre 2019, n. 18, entrata in vigore il 11 dicembre 2019);
- L.R. 15 marzo 2016 n.4: Revisione della normativa regionale in materia di difesa del suolo, di prevenzione e mitigazione del rischio idrogeologico e di gestione dei corsi d'acqua;
- Dgr. 8 luglio 2005 n.7/293: Direttive procedurali e tecniche per l'esercizio delle funzioni spettanti agli enti locali in merito alle modalità per la tenuta e la pubblicità delle banche dati, ai sensi dell'art. 44, comma 1, lettera c), della L.R. 12 dicembre 2003, n. 26 "Disciplina dei servizi locali di interesse economico generale norme in materia di gestione dei rifiuti, di energia, di utilizzo del sottosuolo e di risorse idriche";
- L.R. 11 marzo 2005 n.12: Legge per il governo del territorio;
- L.R. 22 febbraio 2010: Norme per il governo delle acque, la difesa del suolo e la prevenzione dei rischi geologici, idrogeologici e sismici, che introduce modifiche alla L.R. 11 marzo 2005, n. 12, ed alla L.R. 5 gennaio 2000, n.1;
- L.R. 8 agosto 2006 n.18: Conferimento di funzioni agli enti locali in materia di servizi locali di interesse economico generale. Modifiche alla legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26 "Disciplina dei servizi locali di interesse economico generale. Norme in materia di gestione dei rifiuti, di energia, di utilizzo del sottosuolo e di risorse idriche";
- Dgr. 21 giugno 2006 n .8/2772: Direttiva per l'accertamento dell'inquinamento delle acque di seconda pioggia in attuazione dell'art. 14 comma 2 del regolamento regionale 24.03.06 n. 4;
- Dgr. 8 luglio 2005 n.7/293: Direttive procedurali e tecniche per l'esercizio delle funzioni spettanti agli enti locali in merito alle modalità per la tenuta e la pubblicità delle banche dati, ai sensi dell'art. 44, comma 1, lettera c), della L.R. 12 dicembre 2003, n. 26 "Disciplina dei servizi locali di interesse economico generale norme in

materia di gestione dei rifiuti, di energia, di utilizzo del sottosuolo e di risorse idriche";

- Dgr. 5 aprile 2006 n.8/2318: Norme tecniche regionali in materia di trattamento degli scarichi di acque reflue in attuazione dell'art.3, comma 1 del regolamento 3/2006;
- R.R. 2 del 24 marzo 2006: Disciplina dell'uso delle acque superficiali e sotterranee, dell'utilizzo delle acque a uso domestico, del risparmio idrico e del riutilizzo dell'acqua in attuazione dell'articolo 52, comma 1, lettera c) della legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26;
- R.R. 3 del 24 marzo 2006: Disciplina e regime autorizzatorio degli scarichi di acque reflue domestiche e di reti fognarie, in attuazione dell'art. 52 comma 1 lettera a) della l.r. 12 dicembre 2003 n. 26;
- R.R. 4 del 24 marzo 2006: Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne, in attuazione dell'art. 52 comma 1 lettera a) della l.r. 12 dicembre 2003 n. 26. L.R. 12 dicembre 2003, n.26 Disciplina dei servizi locali di interesse economico generale. Norme in materia di gestione dei rifiuti, di energia, di utilizzo del sottosuolo e di risorse idriche;
- Dgr. 25 gennaio 2002 n.7/7868: Determinazione del reticolo idrico principale. Trasferimento delle funzioni relative alla polizia idraulica come concernenti il reticolo idrico minore indicato dall'art. 3 comma 114 della l.r.1/2000 - Determinazione dei canoni regionali di polizia idraulica;
- Dgr. 8 giugno 2001, n7/4996: Approvazione dei criteri e modi per l'accesso ai contributi in conto capitale relativi alle attività di progettazione preliminare e/o definitiva degli interventi di cui alla L.R. 28 aprile 1984, n. 23 «Piano di interventi urgenti nel settore del disinquinamento» e L.R. 10 settembre 1984, n. 53 «Interventi urgenti in materia di approvvigionamento idropotabile per la bonifica e la tutela delle falde idriche»;
- Dgr. 26 gennaio 2001, n7/3235: Misurazione delle portate e dei volumi d'acqua pubblica derivati e modalità di trasmissione dei risultati delle misurazioni all'Autorità concedente - Applicazione delle sanzioni amministrative (art.22 e 54 del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152, come modificato e integrato dal decreto legislativo 18 agosto 2000, n. 258;
- L.R. 27 maggio 1985, n. 62: Disciplina degli scarichi degli insediamenti civili e delle pubbliche fognature – Tutela delle acque sotterranee dall'inquinamento;

- L.R. 30 novembre 1983, n. 86: Piano generale delle aree regionali protette. Norme per l'istituzione e la gestione delle risorse, dei parchi e dei monumenti naturali, nonché delle aree di particolare rilevanza naturale e ambientale;
- L.R. 27 luglio 1977, n.33: Provvedimenti in materia di tutela ambientale ed ecologica;
- Gruppo CAP Holding – Regolamento del Servizio Idrico Integrato.

2.2 Normativa nazionale

- D. Lgs 16 gennaio 2008 n.4: Ulteriori disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale;
- D. Lgs. 152/2006: Norme in materia ambientale e allegati;
- Decreto Ministeriale 12/12/1985 "Norme tecniche relative alle tubazioni";
- Circolare Ministeriale LL.PP.: 12/12/1985, n. 27291 "Istruzioni relative alla normativa per le tubazioni";
- Delibera interministeriale 21 febbraio 1977: Criteri, metodologie e norme tecniche generali per la tutela delle acque dall'inquinamento – Allegato 5 Norme tecniche generali per la regolamentazione della installazione e dell'esercizio degli impianti di fognatura e depurazione;
- R.D. 11 dicembre 1933, n. 1775: Norme sulle derivazioni e sulle utilizzazioni delle acque pubbliche.

2.3 Normativa Europea

- Direttiva Acque 2000/60/CE del 23 ottobre 2000 - Quadro d'azione comunitaria in materia di acque.

3. INQUADRAMENTO GENERALE DELL'INTERVENTO

3.1 Inquadramento territoriale

L'area interessata dal presente progetto, si trova a nord-est del comune di Sedriano; confina a Nord con la ferrovia, ad Ovest con Via luigi Galvani e ad Est con Via Padre Massimiliano Kolbe.

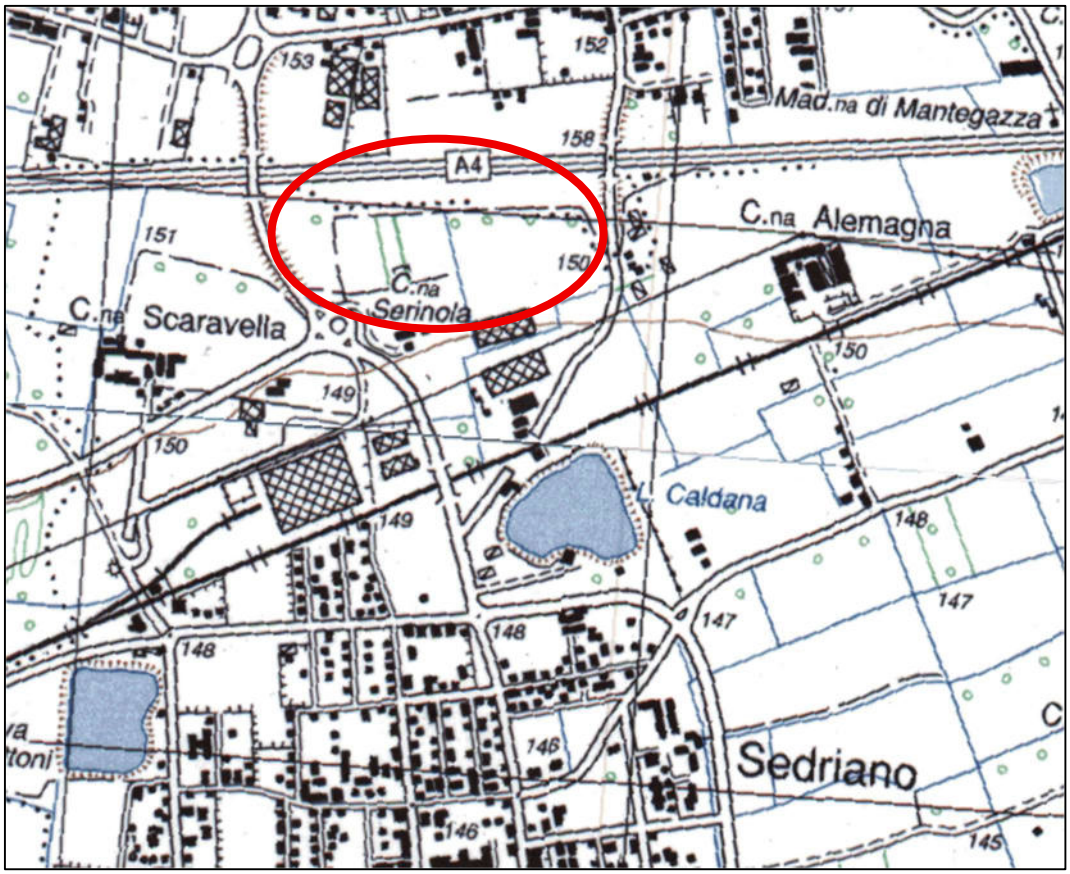


Figura 3.1: Inquadramento territoriale su Carta IGM con identificazione dell'area - 1:25000

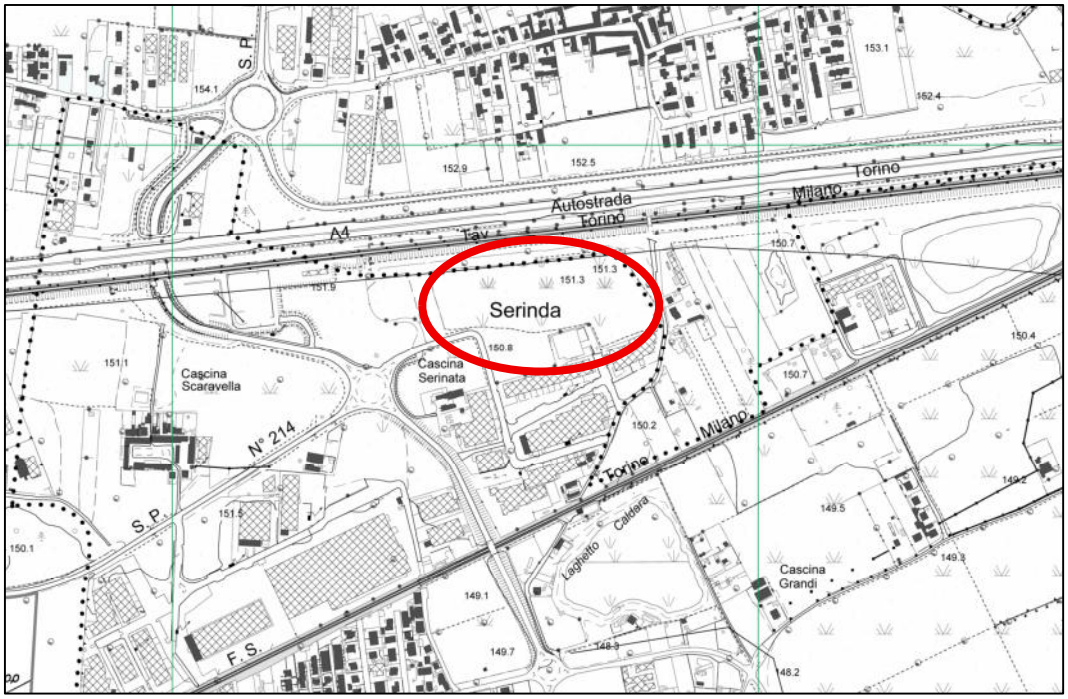


Figura 3.2: Stralcio della CTR con indicazione dell'area di intervento - scala 1:25000

Dal punto di vista catastale l'area ricade all'interno del Foglio 1 Particelle 1416, 1437, 1438 e 47.

3.2 Inquadramento geologico e idrogeologico

Come riportato all'interno della Relazione Geologico-Geotecnica (Relazione Geologica-geotecnica e sismica – Settembre 2025), nel territorio di Sedriano tutte le unità geologiche di superficie e del primo sottosuolo sono costituite da sedimenti clastici grossolani (ghiaioso-sabbiosi e sabbioso ghiaiosi), d'origine fluvioglaciale e alluvionale.

La litologia è, nell'ambito del territorio in esame, piuttosto omogenea e risulta costituita da ghiaie a supporto clastico, con matrice sabbiosa o sabbioso limosa, da massive a grossolanamente stratificate; clasti da arrotondati a subarrotondati, in prevalenza centimetrici, a petrografia poligenica (depositi fluvioglaciali).

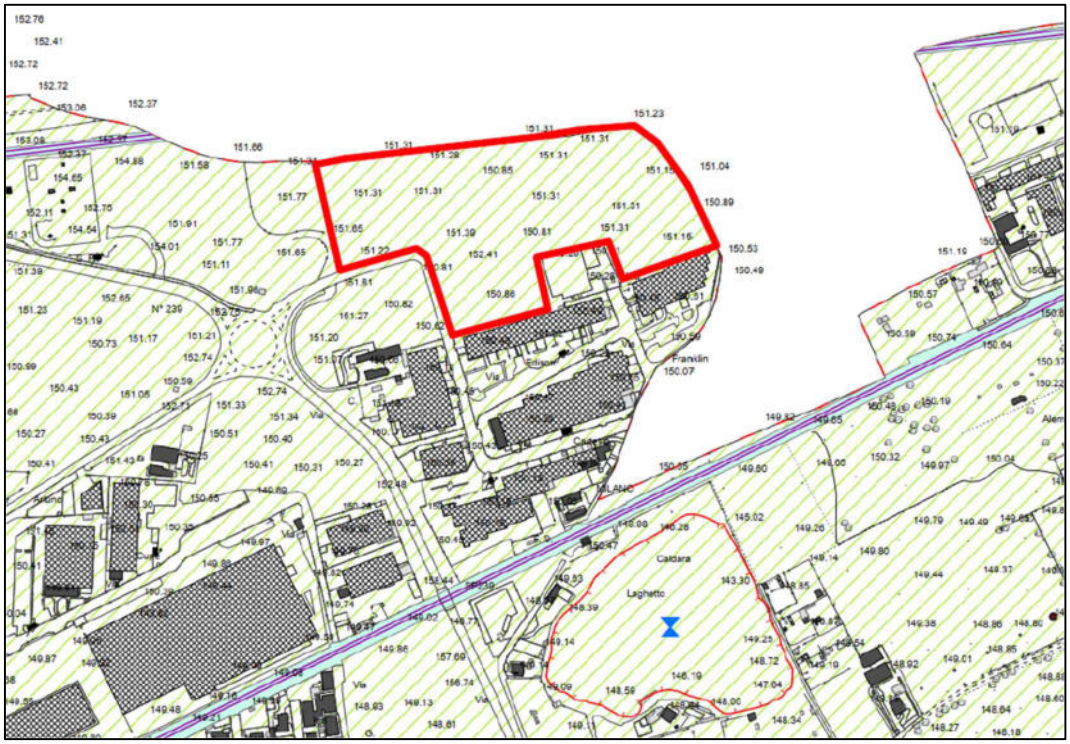


Figura 3.3: Stralcio della carta geologica allegata al PGT comunale (in rosso l'area in esame)

3.3 Inquadramento idrogeologico

L'analisi della situazione idrogeologica, relativamente all'acquifero freatico, ha consentito di osservare che, nell'area in esame, le curve isopiezometriche presentano una direzione di flusso della falda verso sud-est.

La soggiacenza media della superficie freatica è stata valutata ad una profondità di **7 m** dal p.c.

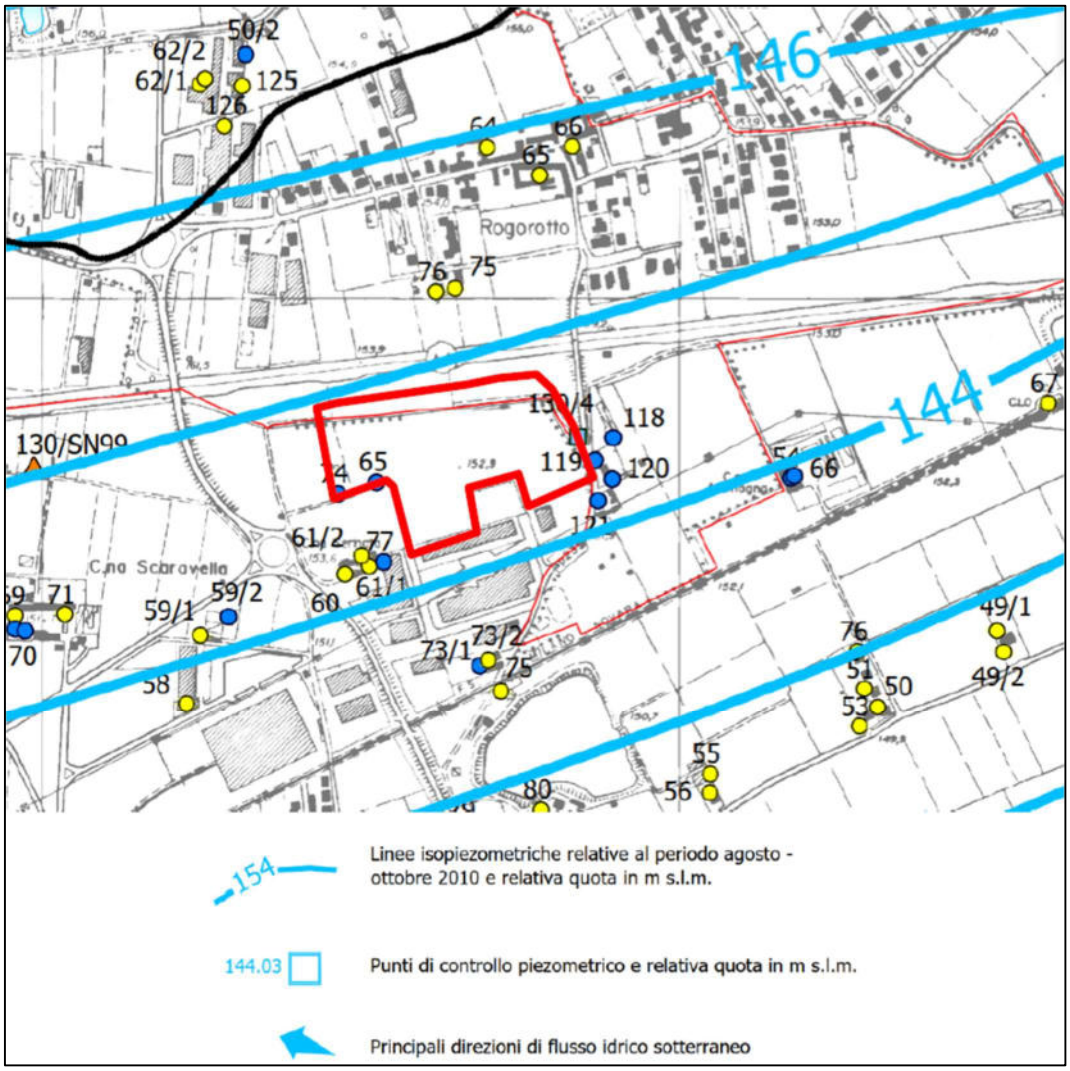


Figura 3.4: Stralcio della carta idrogeologica allegata al PGT comunale (in rosso l'area in esame)

3.4 Permeabilità del suolo

Per la classe geologica individuata dalla relazione geologico-geotecnica, si è definito un range di variabilità delle permeabilità del suolo, compreso fra 1 x 10^{-4} m/s e 1 x 10^{-5} m/s .

Le prove hanno consentito di valutare, con buon grado di attendibilità, il valore di conduttività idraulica K (in m/s) dei terreni ad una certa profondità dal p.c. I valori ottenuti sono inseriti nella tabella all'interno della relazione geologica di seguito riportata.

Prova	*Profondità*	*K (m/sec)*	*K (cm/sec)*
K1	-2.8 m da p.c.	5.20 x 10^{-5}	5.20 x 10^{-3}
K2	-2.8 m da p.c.	8.04 x 10^{-5}	8.04 x 10^{-3}
K3	-2.8 m da p.c.	1.31 x 10^{-4}	1.31 x 10^{-2}

Tabella 3.1: Valori conduttività idraulica

In favore di sicurezza, si ritiene possibile caratterizzare l'area di indagine con un valore di **conduttività idraulica** pari a **5*10^{-5} m/s** (5*10^{-3} cm/s), tipico dei terreni contraddistinti da **permeabilità classificabile come buona**.

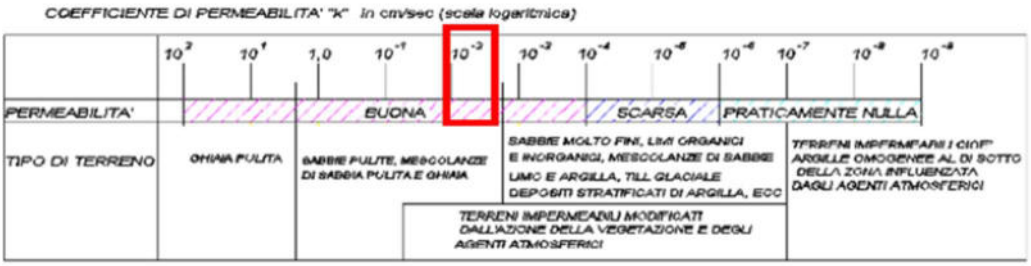


Figura 3.5: Classificazione dei terreni in funzione della permeabilità

4. SUPERFICI DELL'INTERVENTO

La prima attività di progettazione è stata la valutazione delle superfici, in modo da determinare le aree scolanti, in termini di superfici impermeabili, semipermeabili e aree verdi.

Ai fini delle verifiche di invarianza idraulica previste dal Regolamento Regionale Lombardia n. 7/2017, art. 11 e successive modifiche (vedasi R.R. n.3 del 2025), si è proceduto alla definizione dei coefficienti di afflusso in funzione della tipologia di superficie, come di seguito specificato:

- **Φ = 1,00** per superfici completamente impermeabili (coperture e viabilità asfaltata);
- **Φ = 0,70** per superfici semipermeabili quali parcheggi o aree pavimentate con materiali drenanti.
- **Φ = 0,30** per superfici permeabili (aree verdi).

4.1 Superfici

L'area presenta una superficie complessiva pari a **Stot = 43.008,60 m²**.

La superficie complessiva delle aree scolanti, afferenti al sistema di infiltrazione in progetto, è pari a **Simp = 27.800,80 m²**, **Sper = 15.207,80 m²** così ripartita:

- Copertura edificio: 11.290,20 × 1,00 = 11.290,20 m²;
- Pertinenze impermeabili lato SX: 8.490,70 × 1,00 + 6.097,70 x 0,3 = 10.320,01 m²;
- Pertinenze impermeabili lato DX: 8.019,90 × 1,00 + 9.110,10 x 0,3 = 10.752,93 m².

Non sono presenti aree semipermeabili, pertanto non verranno riportate nella seguente trattazione.

Le acque meteoriche collettate dall'edificio verranno smaltite da due tubazioni, una sul lato destro e una sul lato sinistro; quelle collettate dalle pertinenze saranno smaltite allo stesso modo, dal lato destro e dal lato sinistro, per poi essere raccolte in testa a due impianti di disoleazione e poi inviate al sistema di smaltimento per l'invarianza idraulica.

Il volume della vasca di laminazione è realizzato tramite la tecnologia delle celle drenanti, le quali garantiscono un volume di invaso utile pari al 96% del volume complessivo. Le

acque laminate vengono smaltite per mezzo di infiltrazione nel terreno circostante, attraverso le superfici di base e laterale delle celle.

Di seguito si riporta un estratto della ripartizione delle aree, secondo la tipologia di superficie (impermeabili e permeabili).

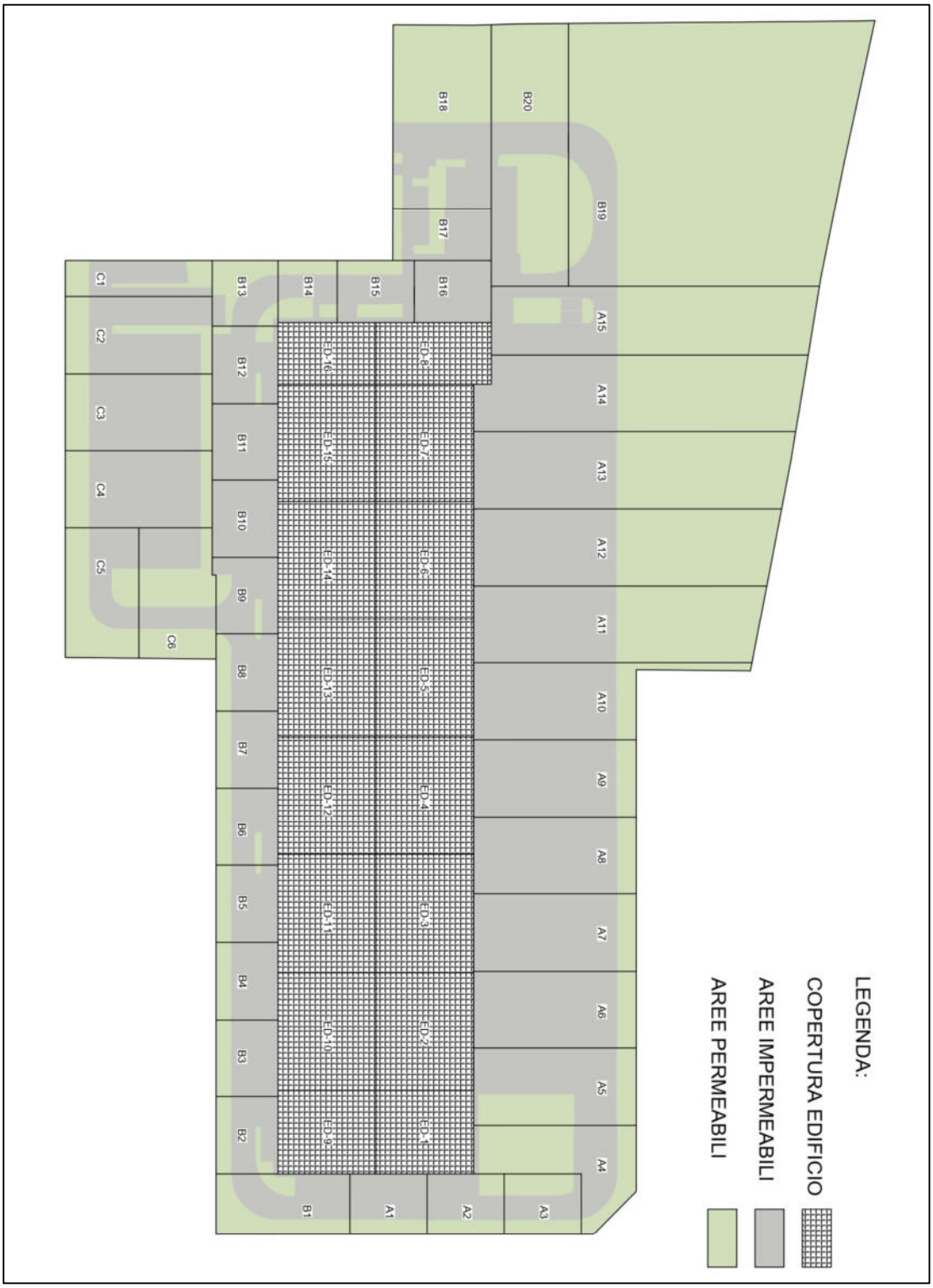


Figura 4.1: Ripartizione superfici

4.2 Calcolo delle misure di invarianza idraulica e idrologica

Secondo quanto riportato nell'art.7 della L.R. n. 7 del 27/11/2017, "*Le misure di invarianza idraulica ed idrologica si applicano a tutto il territorio regionale, per promuovere la partecipazione di ogni proponente agli oneri connessi all'impatto idrico e ambientale nonché all'incremento del rischio idraulico conseguente agli interventi di cui all'articolo 3, e per tutti i tipi di permeabilità del suolo, seppure con calcoli differenziati in relazione alla natura del suolo e all'importanza degli interventi.*"

Il territorio regionale è suddiviso nelle seguenti tipologie di aree, in funzione del livello di criticità idraulica dei bacini dei corsi d'acqua ricettori:

a) **aree A**, ovvero ad alta criticità idraulica: aree che comprendono i territori dei comuni, elencati nell'allegato C, ricadenti, anche parzialmente, nei bacini idrografici elencati nell'allegato B;
b) **aree B**, ovvero a media criticità idraulica: aree che comprendono i territori dei comuni, elencati nell'allegato C, non rientranti nelle aree A e ricadenti, anche parzialmente, all'interno dei comprensori di bonifica e Irrigazione;
c) **aree C**, ovvero a bassa criticità idraulica: aree che comprendono i territori dei comuni, elencati nell'allegato C, non rientranti nelle aree A e B.

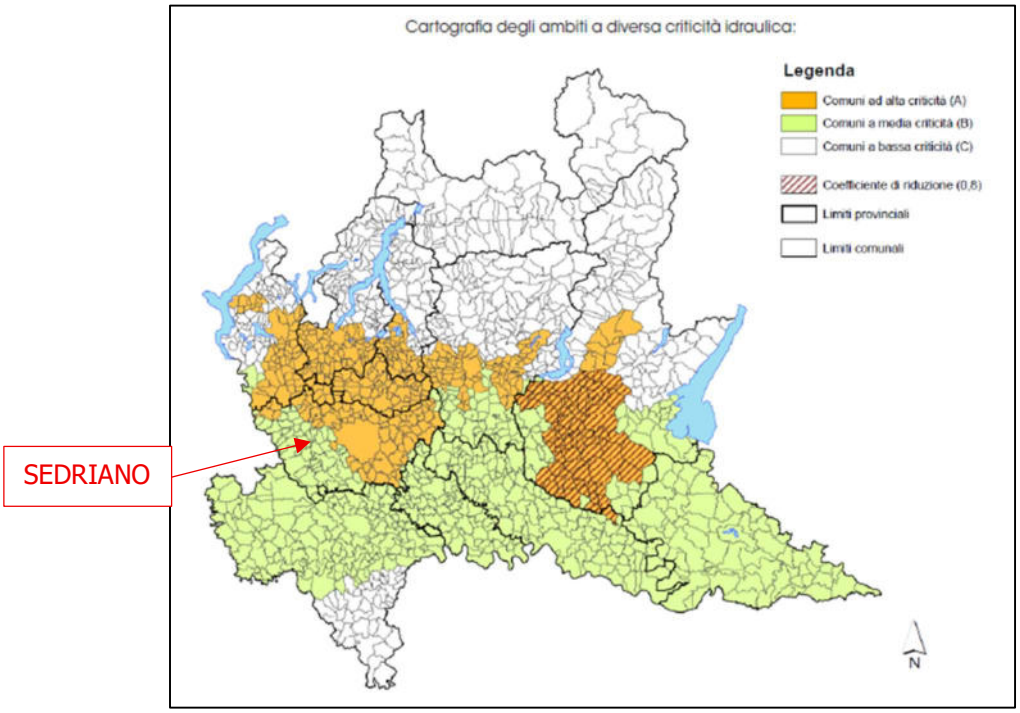


Figura 4.2: Suddivisione in aree in funzione del livello di criticità idraulica della Regione Lombardia

Il Comune di Sedriano (MI) rientra, ai sensi dell'allegato C, tra i territori a media criticità idraulica (**Area B**).

Comune	Provincia	Criticità idraulica	Coefficiente P
SEDRIANO	MI	B	

Figura 4.3: Criticità idraulica – allegato C

All'interno dell'**art.11 della L.R. n. 7 del 27/11/2017**, vengono definiti i criteri e la metodologia di calcolo delle misure d'invarianza idraulica e idrologica, per il rispetto dei limiti allo scarico in caso di impermeabilizzazione media o alta, ricadenti negli ambiti territoriali di criticità media o alta. Secondo quanto riportato al suo interno, si definisce il **volume minimo d'invaso** da rispettare:

- **Invaso minimo per le aree B a media criticità idraulica** di cui all'articolo 7 - **500 mc per ettaro di superficie scolante impermeabile;**

All'interno dell'**art.8 della L.R. n. 7 del 27/11/2017**, vengono definiti i **valori massimi ammissibili della portata meteorica scaricata** nei recettori:

- **Portata limite in uscita per le aree B,** di cui al comma 3 dell'articolo 7 - **20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile** dell'intervento.

Secondo questi criteri per le aree privata e pubblica, sono stati calcolati, in funzione delle relative aree di pertinenza, i coefficienti di deflusso mediati e i volumi minimi d'invaso da rispettare la L.R. n. 7 del 27/11/2017.

Per stabilire le differenti modalità di calcolo dei volumi idrici da gestire al fine di garantire il rispetto del principio di invarianza idraulica e idrologica, gli interventi soggetti a tale disciplina (come individuati dall'articolo 3) vengono suddivisi in classi secondo i criteri riportati nella Tabella seguente.
La classificazione tiene conto di due parametri fondamentali:

- la superficie complessiva interessata dall'intervento;
- il coefficiente medio di deflusso ponderale, determinato in conformità con quanto previsto *dall'articolo 11, comma 2, lettera c), punto 7 del Regolamento*.

Nel determinare l'estensione dell'intervento, quest'ultimo deve essere valutato nella sua unitarietà, senza possibilità di suddivisione artificiosa ai fini della classificazione territoriale in cui esso ricade, in coerenza con le disposizioni dell'articolo 7 del medesimo Regolamento.

La procedura di calcolo da adottare per la verifica dell'invarianza dipende quindi sia dalla classe di appartenenza dell'intervento (come definita nella Tabella 1) sia dall'ambito territoriale in cui esso ricade, in coerenza con le disposizioni dell'articolo 7 del medesimo Regolamento.

CLASSE DI INTERVENTO		SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFLUSSO MEDIO PONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)	
				Aree A, B	Aree C
0	Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi	≤ 0,03 ha (≤ 300 mq)	qualsiasi	Requisiti minimi articolo 12 comma 1	
1	Impermeabilizzazione potenziale bassa	da > 0,03 a ≤ 0,1 ha (da > 300 mq a ≤ 1.000 mq)	≤ 0,4	Requisiti minimi articolo 12 comma 2	
2	Impermeabilizzazione potenziale media	da > 0,03 a ≤ 0,1 ha (da > 300 a ≤ 1.000 mq)	> 0,4	Metodo delle sole piogge (vedi articolo 11 e allegato G)	Requisiti minimi articolo 12 comma 2
		da > 0,1 a ≤ 1 ha (da > 1.000 a ≤ 10.000 mq)	qualsiasi		
		da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤ 100.000 mq)	≤ 0,4		
3	Impermeabilizzazione potenziale alta	da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤100.000 mq)	> 0,4	Procedura dettagliata (vedi articolo 11 e allegato G)	
		> 10 ha (> 100.000 mq)	qualsiasi		

Tabella 4.1: Modalità di calcolo da applicare in base alla tipologia di intervento

4.2.1 Classe d' intervento

Per l'area privata in esame, si riportano i dati di progetto nella tabella seguente:

Tipologia di superficie	**coeff. deflusso j**	**Area totale [m²]**	**Area effettiva [m²]**
IMP	1	27.800,80	27.800,80
PERM	0.3	15.207,80	4.562,34
	Area totale [m2]	43.008,60	32.363,14
	Area effettiva[ha]		3,24
coefficiente deflusso medio ponderale		0,752	Procedura Dettagliata - art 11 e allegato G

Tabella 4.2 – Dati superfici

In base ai dati riportati, ricadiamo all'interno della categoria di **"Impermeabilizzazione potenziale alta"** evidenziata qui sotto, cioè nell'applicazione della ***procedura dettagliata***.

CLASSE DI INTERVENTO		SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFLUSSO MEDIO PONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)	
				Aree A, B	Aree C
0	Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi	≤ 0,03 ha (≤ 300 mq)	qualsiasi	Requisiti minimi articolo 12 comma 1	
1	Impermeabilizzazione potenziale bassa	da > 0,03 a ≤ 0,1 ha (da > 300 mq a ≤ 1.000 mq)	≤ 0,4	Requisiti minimi articolo 12 comma 2	
2	Impermeabilizzazione potenziale media	da > 0,03 a ≤ 0,1 ha (da > 300 a ≤ 1.000 mq)	> 0,4	Metodo delle sole piogge (vedi articolo 11 e allegato G)	Requisiti minimi articolo 12 comma 2
		da > 0,1 a ≤ 1 ha (da > 1.000 a ≤ 10.000 mq)	qualsiasi		
		da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤ 100.000 mq)	≤ 0,4		
3	Impermeabilizzazione potenziale alta	da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤100.000 mq)	> 0,4	Procedura dettagliata (vedi articolo 11 e allegato G)	
		> 10 ha (> 100.000 mq)	qualsiasi		

Tabella 4.3: Modalità di calcolo da applicare in base alla tipologia di intervento

4.3 Definizione della procedura dettagliata

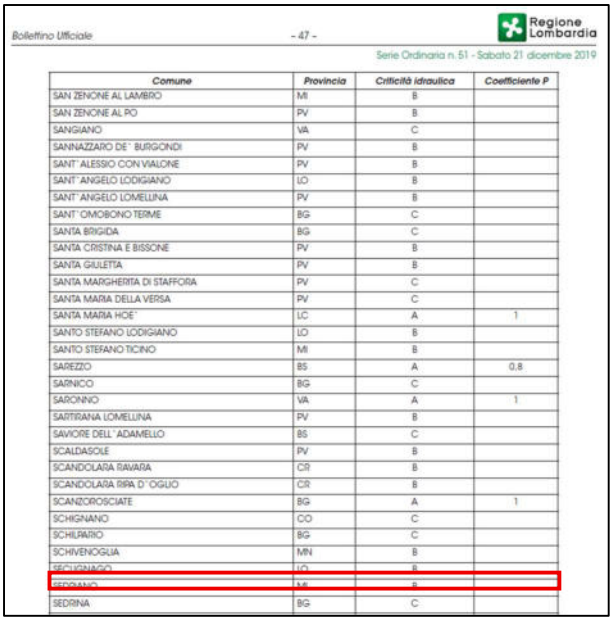
L'intervento si classifica come "**Impermeabilizzazione potenziale alta**", pertanto per il calcolo dei volumi di laminazione/infiltrazione deve essere utilizzata una **procedura dettagliata**. Tale metodo prevede di calcolare in modo analitico, la curva delle portate entrati nel volume di accumulo, l'altezza idrica di invaso e la contestuale portata uscente, per un evento meteorico di fissata durata e tempo di ritorno.

4.4 Definizione dei Requisiti Minimi

Il Regolamento Regionale n.7/17, come modificato dal R.R. 19 aprile 2019, n. 8, riporta quanto segue **all'Art. 12 commi 2 e 3**:

> **2.** Per le aree **B a media criticità idraulica** di cui all'articolo 7: **500 mc per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento**;
>
> **3.** I volumi di cui al comma 2 sono da adottare anche nel caso di interventi classificati ad **impermeabilizzazione potenziale media o alta** e ricadenti negli **ambiti territoriali ad alta** e media **criticità**, qualora il v**olume risultante dai calcoli** di cui all'articolo 11, comma 2, lettera e), **fosse minore**.

Il comune di Sedriano (MI) rientra, come già indicato nell'Allegato C, tra le aree a media criticità idraulica (vedasi Figura 4.1), per cui il requisito minimo da valutare è pari a **500 mc per ettaro di superficie scolante impermeabile** dell'intervento.



Bollettino Ufficiale - 47 - Regione Lombardia

Serie Ordinaria n. 51 - Sabato 21 dicembre 2019

Comune	Provincia	Criticità idraulica	Coefficiente P
SAN ZENONE AL LAMBRO	MI	B	
SAN ZENONE AL PO	PV	B	
SANGIANO	VA	C	
SANNAZZARO DE' BURGONDI	PV	B	
SANT'ALESSIO CON VIALONE	PV	B	
SANT'ANGELO LODIGIANO	LO	B	
SANT'ANGELO LOMELLINA	PV	B	
SANT'OMOBONO TERME	BG	C	
SANTA BRIGIDA	BG	C	
SANTA CRISTINA E BISSONE	PV	B	
SANTA GIULETTA	PV	B	
SANTA MARGHERITA DI STAFFORA	PV	C	
SANTA MARIA DELLA VERSA	PV	C	
SANTA MARIA HOE'	LC	A	1
SANTO STEFANO LODIGIANO	LO	B	
SANTO STEFANO TICINO	MI	B	
SAREZZO	BS	A	0,8
SARNICO	BG	C	
SARONNO	VA	A	1
SARTIRANA LOMELLINA	PV	B	
SAVIORE DELL'ADAMELLO	BS	C	
SCALDASOLE	PV	B	
SCANDOLARA RAVARA	CR	B	
SCANDOLARA RIPA D'OGLIO	CR	B	
SCANZOROSCIATE	BG	A	1
SCHIGNANO	CO	C	
SCHILPARIO	BG	C	
SCHIVENOGLIA	MN	B	
SECUGNAGO	LO	B	
SEDRIANO	MI	B	
SEDRINA	BG	C	

Figura 4.4 – Estratto Allegato C – Legge Regionale

Si sottolinea come, alla fine delle procedure di calcolo, i volumi di laminazione ottenuti, vengono confrontati con quelli determinati dall'applicazione dei requisiti minimi definiti all'interno del Regolamento Regionale n.7/17.

5. PLUVIOMETRIA E DEFINIZIONE DELLE PIOGGE DI PROGETTO

Per il dimensionamento del sistema di raccolta delle acque meteoriche si adotta un tempo di ritorno T=50 anni, in modo da avere un accettabile grado di sicurezza, per precipitazioni di durata inferiore ad un'ora, in quanto sono gli eventi che mettono in crisi il sistema.

Come definito dal Regolamento Regionale, si adotta un tempo di ritorno di T=50 anni per il dimensionamento delle opere d'invarianza e di T=100 per la verifica del franco di sicurezza.

Al fine di dimensionare e verificare le opere d'invarianza idraulica in progetto devono essere definite preventivamente le precipitazioni di progetto.

A tal fine, per durate di precipitazione superiori ad un'ora, viene applicato il metodo della legge probabilistica GEV (Generalized Extreme Values).

Tale metodo a partire dai parametri di riferimento a_1 ed n della curva di possibilità pluviometrica, definito il tempo di ritorno TR dell'evento critico, ricalcola il parametro a per il caso specifico e calcola l'altezza di pioggia come segue:

$$h = a_1 \cdot w_T \cdot D^n$$

h [mm]: altezza di pioggia
a_1 *[mm/ora^n]*: coefficiente pluviometrico orario
D [ore]: durata di pioggia
n [-]: coefficiente di scala della linea segnalatrice di pioggia
w_T *[-]*: coefficiente probabilistico legato al tempo di ritorno *TR [anni]*

$$w_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k} \cdot \left\{ 1 - \left[ln\left(\frac{T}{T-1}\right) \right]^k \right\}$$

ε, α, κ [-]: parametri della legge probabilistica GEV

Per durate inferiori a un'ora si utilizzano tutti i parametri adottati per le durate superiori ad un'ora, tranne il parametro *n* che viene definito in modo specifico per tale durata.

In assenza di dati più precisi spesso, in letteratura tecnica idrologica, viene riportato un valore indicativo pari a *n* = 0,5.
Per il calcolo delle precipitazioni di progetto, si adottano i parametri caratteristici delle curve di possibilità pluviometrica riportati da ARPA Lombardia per tutte le località del territorio regionale.

5.1 Dati idrologici

Dal 1° gennaio 2004 il Servizio Idrografico ha assunto le competenze e le funzioni, a livello regionale, dell'ex Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (SIMN) e ha acquisito la rete delle stazioni idro-pluviometriche presenti sul territorio lombardo. La raccolta, analisi, interpretazione e diffusione dei dati dalle reti automatiche e meccaniche ha permesso di ricostruire il quadro conoscitivo dello stato idrologico a scala regionale. I risultati di tale studio sono pubblicati ufficialmente sul portale internet di ARPA (http://idro.arpalombardia.it).

Le curve di possibilità pluviometrica per l'area della città di Sedriano sono state ricavate sulla base dei dati pluviometrici raccolti dalle stazioni di misura dell'ARPA Lombardia, mediante la consultazione dei risultati del progetto STRADA (Strategie di Adattamento ai cambiamenti climatici per la gestione dei rischi naturali nel territorio transfrontaliero - 2013)

Il contesto in cui ARPA Lombardia ha svolto le attività di aggiornamento della descrizione statistica delle precipitazioni intense è quello della presenza di una base di dati strumentali già consolidata, costituita dalle osservazioni delle piogge massime annue di fissata durata di 1, 2, 3, 6, 12 e 24 ore per 105 stazioni meccaniche del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale, già utilizzate per lo sviluppo di un'attività di caratterizzazione statistica del territorio regionale mediante un modello scala-invariante secondo la distribuzione probabilistica GEV (Generalized Extreme Value), che ha prodotto la parametrizzazione delle LSPP su 69 punti strumentati e da questi su tutto il territorio regionale tramite tecniche di estrapolazione geostatistica; questo servizio è attualmente operativo e accessibile su piattaforma web-gis sul sito web istituzionale di ARPA.

5.2 Pluviometria

Ai fini del presente progetto si è individuata la serie di curve di possibilità climatica relative all'area di interesse impiegando l'interfaccia web predisposta da ARPA Lombardia.

Di seguito vengono riportate le curve di possibilità pluviometrica adottate per l'area privata.

Parametri pluviometrici	
Parametro	**Valore**
A1 - Coefficiente pluviometrico orario	30.57
N - Coefficiente di scala	0.3172
GEV - parametro alpha	0.2956
GEV - parametro kappa	-0.0217
GEV - parametro epsilon	0.8224

Tabella 5.1 – Output estrazione dei parametri regionalizzati

Si riporta di seguito l'estratto del calcolo delle curve di possibilità climatica con il metodo LSPP, effettuato mediante i fogli di calcolo predisposti da ARPA. Si evidenzia in rosso la curva con tempo di ritorno di 50 anni, adottata per la progettazione delle vasche di laminazione.

ARPA LOMBARDIA
Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente

Calcolo della linea segnatrice 1-24 ore

Località: **Sedriano**
Coordinate: **497566.02, 5038788.09**

Parametri ricavati da: http://idro.arpalombardia.it

A1 - Coefficente pluviometrico orario 30,57
N - Coefficente di scala 0,3172
GEV - parametro alpha 0,2956
GEV - parametro kappa -0,0217
GEV - parametro epsilon 0,8224

Linea segnalatrice
Tempo di ritorno (anni) 50

Evento pluviometrico
Durata dell'evento [ore]
Precipitazione cumulata [mm]

Formulazione analitica

$$h_T(D) = a_1 w_T D^n$$

$$w_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k}\left\{1 - \left[\ln\left(\frac{T}{T-1}\right)\right]^k\right\}$$

Bibliografia ARPA Lombardia:
http://idro.arpalombardia.it/manual/App.pdf
http://idro.arpalombardia.it/manual/STRADA_report.pdf

Tabella delle precipitazioni previste al variare delle durate e dei tempi di ritorno

Tr	2	5	10	20	50	100	200	50
wT	0,93117	1,27308	1,50412	1,72930	2,02605	2,25239	2,48134	2,02605188
Durata (ore)	TR 2 anni	TR 5 anni	TR 10 anni	TR 20 anni	TR 50 anni	TR 100 anni	TR 200 anni	TR 50 anni
1	28,5	38,9	46,0	52,9	61,9	68,9	75,9	61,9364061
2	35,5	48,5	57,3	65,9	77,2	85,8	94,5	77,1671953
3	40,3	55,1	65,2	74,9	87,8	97,6	107,5	87,7584337
4	44,2	60,4	71,4	82,1	96,1	106,9	117,7	96,1433898
5	47,4	64,8	76,6	88,1	103,2	114,7	126,4	103,19515
6	50,3	68,7	81,2	93,3	109,3	121,6	133,9	109,339121
7	52,8	72,1	85,2	98,0	114,8	127,6	140,6	114,818297
8	55,1	75,3	88,9	102,2	119,8	133,2	146,7	119,786023
9	57,1	78,1	92,3	106,1	124,3	138,2	152,3	124,345973
10	59,1	80,8	95,5	109,7	128,6	142,9	157,5	128,571882
11	60,9	83,3	98,4	113,1	132,5	147,3	162,3	132,518271
12	62,6	85,6	101,1	116,3	136,2	151,4	166,8	136,226718
13	64,2	87,8	103,7	119,3	139,7	155,3	171,1	139,729734
14	65,7	89,9	106,2	122,1	143,1	159,0	175,2	143,053278
15	67,2	91,9	108,6	124,8	146,2	162,6	179,1	146,218441
16	68,6	93,8	110,8	127,4	149,2	165,9	182,8	149,242618
17	69,9	95,6	112,9	129,9	152,1	169,1	186,3	152,140346
18	71,2	97,3	115,0	132,2	154,9	172,2	189,7	154,923907
19	72,4	99,0	117,0	134,5	157,6	175,2	193,0	157,603785
20	73,6	100,7	118,9	136,7	160,2	178,1	196,2	160,189009
21	74,8	102,2	120,8	138,9	162,7	180,9	199,2	162,687416
22	75,9	103,7	122,6	140,9	165,1	183,6	202,2	165,105855
23	77,0	105,2	124,3	142,9	167,5	186,2	205,1	167,450354
24	78,0	106,6	126,0	144,9	169,7	188,7	207,9	169,726247

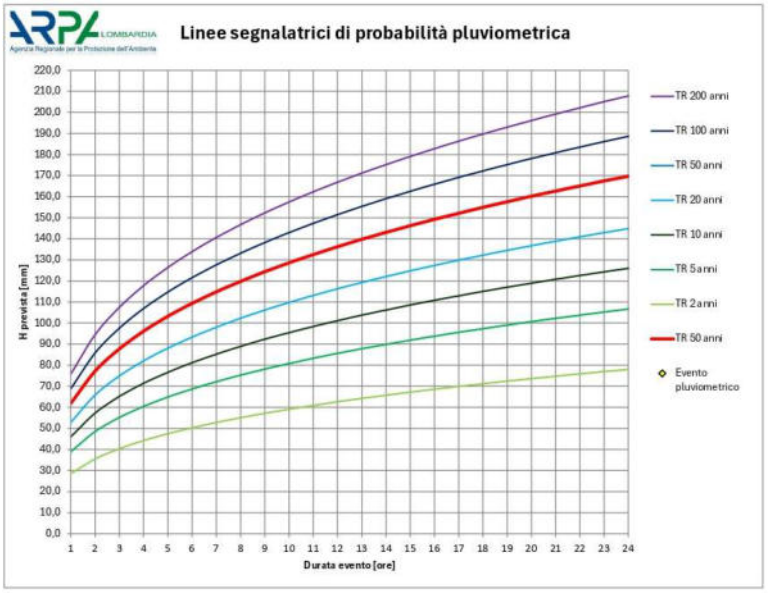


Figura 5.1 – Andamento delle curve di possibilità climatica, metodo LSPP

Sulla base dei dati estratti dal sito ARPA, si sono definite le curve di possibilità climatica di progetto per eventi con durata superiore ad un'ora e inferiore ad un'ora, per tempi di ritorno di 50 anni e 100 anni espressa in forma monomia.

$h = a\ t^n\ (mm)$.

Curve sovra orarie		
Tr (anni)	a (mm/hr)	n (-)
50	61.936	0.3172
100	68.856	0.3172

Curve sub orarie		
Tr (anni)	a (mm/hr)	n (-)
50	61.936	0.5
100	68.856	0.5

Tabella 5.2 Curve sovra e sub orarie

6. DIMENSIONAMENTO RETE DI FOGNATURA METEORICA

6.1 Metodologie di calcolo

Il metodo cinematico, conosciuto anche come metodo della corrivazione, si fonda su tre ipotesi fondamentali:

- la pioggia critica ha durata pari al tempo di corrivazione;
- la precipitazione si suppone di intensità costante per tutta la durata dell'evento;
- il tempo di ritorno della portata è pari a quello della pioggia critica.

La portata di piena viene ottenuta mediante la formula:

$$Q = \frac{\varphi\ S\ i\ (t_c, T_r)}{3600}$$

dove Q rappresenta la portata (l/s), φ il coefficiente di deflusso (-), S la superficie drenata (m^2), i l'intensità di pioggia (mm/h), funzione del tempo di corrivazione t_c (ore) e del tempo di ritorno T_r (anni).

Nel presente progetto, il coefficiente di deflusso φ è stato assunto pari a:

- 1 per le aree impermeabili;
- 0,7 per le aree semipermeabili;
- 0,3 per le aree permeabili.

L'altezza di pioggia, calcolata per una durata di pioggia pari al tempo di corrivazione, fornisce le portate critiche, perché tali da rendere il bacino completamente contribuente e, allo stesso tempo, risultano essere quelle più intense, in quanto di ridotta durata.

Nella prossima figura è riportato uno schema del funzionamento del modello cinematico con tre precipitazioni di diversa durata: minore, uguale e maggiore rispetto al tempo di corrivazione. È possibile notare come per un tempo di pioggia pari al tempo di corrivazione t_c, l'idrogramma di piena assuma forma triangolare.

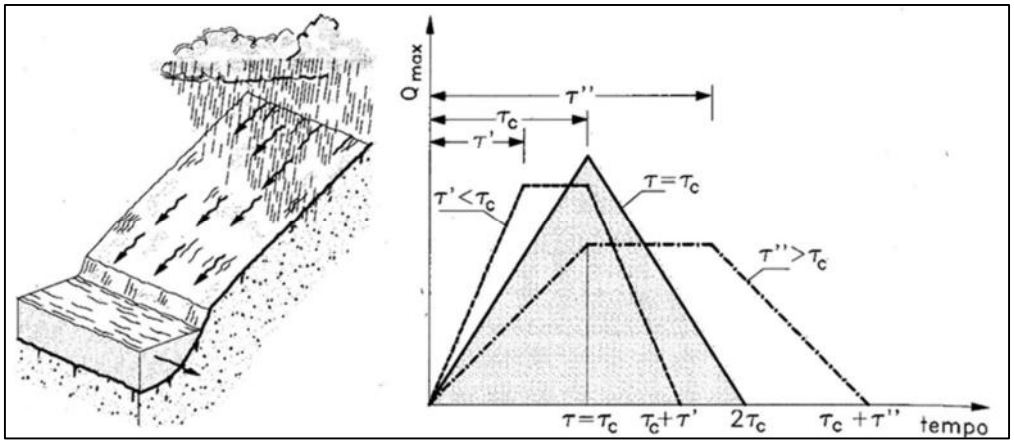


Figura 6.1: Metodo cinematico: schema del bacino e idrogramma di piena per differenti durate di precipitazione

Il tempo di corrivazione è definito come il tempo impiegato dalla particella d'acqua caduta nel punto idraulicamente più lontano dalla sezione, a percorrere l'intero bacino fino alla sezione di chiusura stessa. Questo parametro può essere determinato facendo riferimento al percorso idraulico più lungo (asta principale) della rete di drenaggio fino alla sezione di chiusura considerata.

Nota la geometria della rete di drenaggio e le caratteristiche dei sottobacini contribuenti, il tempo di corrivazione può essere stimato mediante la seguente:

$$t_c = t_a + t_r$$

Dove t_a rappresenta il tempo d'accesso alla rete relativo al sottobacino drenato dalla condotta posta all'estremità di monte del percorso idraulico più lungo, nel presente studio ipotizzato pari a 2 min; tr è il tempo di rete, ossia il tempo che impiega l'onda di piena a percorrere i vari tratti della rete di drenaggio fino alla sezione di chiusura considerata.

Il tempo di residenza in rete t_r e dato dalla somma dei tempi di percorrenza di ogni singola canalizzazione seguendo il percorso piu lungo della rete di drenaggio. Pertanto, il tempo di rete sarà dato dalla seguente espressione:

$$t_r = \sum_i \frac{L_i}{v_i}$$

Cautelativamente, il tempo di corrivazione è calcolato con due formulazioni previste da letteratura, adeguate al caso in termini di superfici; queste sono, la formula di Ferro e di Kirpich, riportate di seguito:

$$Tc\ Ferro = k\ A^{0,5}$$

Tc (ore) = tempo di corrivazione;

A (Km^2) = superficie del bacino;

k = coefficiente pari a 0,675.

$$Tc\ Kirpich = 0{,}95\ \frac{L^{1{,}155}}{d^{0{,}385}}$$

Tc (ore)= tempo di corrivazione;

L= lunghezza dell'asta principale del bacino fino a monte (Km);

d = dislivello dell'asta principale del bacino (m).

Considerando il tempo di corrivazione con le formulazioni sopra riportate, si nota che la formulazione di Ferro risulta rappresentativa del fenomeno reale; pertanto, si è considerato un tempo di corrivazione dato dalla formula, più il tempo necessario per l'ingresso in rete pari a 2 min, caratteristico di bacini circoscritti. Per cui, per ogni sottobacino si è individuato un tempo di corrivazione, cioè il tempo che massimizza la portata all'interno della sezione di chiusura.

Il valore del tempo di corrivazione individuato, per ogni sottobacino, è considerato una costante, come il valore dell'intensità di pioggia corrispondente, in modo da prendere in esame l'evento meteorico più cautelativo. Di seguito si mostrano i tempi di corrivazione valutati con le formulazioni di Ferro e Kirpich, per l'area privata e pubblica.

RETE OLEOSA	Area		
	Sx	Dx	
Lunghezza asta principale	336,4	378,8	m
	0,3364	0,3788	km
Superfici del bacino	14588,40	17130,00	m^2
	0,015	0,017	km^2
Dislivello asta principale	2,009	2,136	m
k	0,675	0,675	-
Ferro	**0,082**	**0,088**	**h**
	4,892	**5,301**	**min**
	293,501	318,042	s
Kirpich	0,206	0,231	h
	12,380	13,868	min
	742,815	832,074	s

Tabella 6.1 – Tempi corrivazione rete acque oleose

RETE METEORICA	Area		
	SX	DX	
Lunghezza asta principale	281,1	343,8	m
	0,2811	0,3438	km
Superfici del bacino	5681,20	5609,00	m^2
	0,006	0,006	km^2
Dislivello asta principale	1,843	2,03	m
k	0,675	0,675	-
Ferro	**0,051**	**0,051**	**h**
	3,053	**3,033**	**min**
	183,158	181,991	s
Kirpich	0,173	0,211	h
	10,401	12,642	min
	624,031	758,504	s

Tabella 6.2 – Tempi corrivazione rete acque meteoriche

Da un confronto, si evince come i tempi individuati con Ferro, sono più cautelativi in termini di portata, in quanto permettono di aver un valore più elevato alla sezione di chiusura.
I tempi di corrivazione, adottati per il dimensionamento della rete, sono stati incrementati del tempo di accesso in rete pari a 2 min.

6.2 Dimensionamento idraulico

Nota la portata defluente dal singolo elemento idraulico, il tirante è calcolato mediante l'equazione di Gauckler-Strickler, in condizioni di moto uniforme:

$$Q = \frac{1}{n} A\, R^{2/3} \sqrt{i_f}$$

dove:

- *n* è coefficiente di scabrezza secondo Manning (s /$m^{1/3}$), assunto pari a:
  - n = 0.015 s /$m^{1/3}$ per elementi in CLS;
  - n = 0.0125 s /$m^{1/3}$ per elementi in materiali plastici (PEAD, PVC);
  - n = 0.029 s /$m^{1/3}$ per elementi in terra.
- *A* è l'area bagnata (mq);

- *R* è il raggio idraulico (m);
- i_f è la pendenza del fondo (m/m).

Noto il tirante idrico si può verificare il grado di riempimento ed il franco di sicurezza.

Il dimensionamento idraulico risulta essere soddisfatto se le configurazioni geometriche scelte sono tali da consentire lo smaltimento delle portate afferenti con un grado di riempimento massimo del 90% per gli elementi della rete di drenaggio caratterizzati da una sezione aperta (es. fossi di guardia, canalette, ecc…), mentre la verifica degli elementi della rete di drenaggio caratterizzati da una sezione chiusa (es. tubazioni, collettori interrati, ecc…) risulta soddisfatta se il riempimento risulta essere inferiore al 75% del diametro.

I dimensionamenti delle reti sono riportati nel dettaglio nell'**allegato A**.

6.3 Descrizione del sistema di smaltimento

Il sistema di smaltimento delle acque meteoriche è stato progettato tenendo separate le acque provenienti dalle superfici delle coperture da quelle provenienti dalle superfici scolanti delle pertinenze degli edifici, che sono state considerate come acque meteoriche potenzialmente inquinate e che necessitano di un sistema di disoleazione, prima di essere convogliate all'interno del sistema di invarianza idraulica. Queste saranno distinte nel seguito, rispettivamente come acque meteoriche e acque oleose.
Come definito precedentemente, le reti convoglieranno le portate in un sistema di laminazione costituito dalla sovrapposizione di moduli di celle drenanti.
Le acque meteoriche della copertura verranno raccolte in maniera separata da due collettori in PEAD DE 800, uno a destra e uno a sinistra dell'edificio.
Nei tratti terminali di queste due tubazioni è presente una vasca chiamata "glycol tank" da 60 m^3, necessaria per prevenire eventuali sversamenti di glicole; con un sistema di saracinesche e by-pass, l'acqua è in grado di proseguire verso il convogliamento finale o di essere stoccata nella vasca in caso di sversamento in copertura.
Le acque oleose delle pertinenze impermeabili saranno raccolte da due sistemi di smaltimento, i cui tratti terminali sono in PEAD DE 1000; le portate del lato destro e sinistro dell'edificio saranno quindi convogliate all'interno di due disoleatori statici dimensionati per trattare l'acqua di prima pioggia, cioè i primi 5 mm relativi a un evento di pioggia di 15 minuti, che possono dilavare gli inquinanti presenti sulle superfici; il disoleatore dimensionato è del tipo a pacchi lamellari. Con questa tipologia il refluo staziona nel comparto principale dove avviene la flottazione delle sostanze galleggianti (oli, idrocarburi,

ecc.) che, avendo una densità inferiore a quella dell'acqua, vengono raccolti negli strati superficiali della massa liquida, formando un battente di olio di spessore crescente in base alla concentrazione in ingresso di tali sostanze.

Le superfici delle pertinenze impermeabili negli intorni dell'edificio sono state suddivise in lato destro e sinistro e sono stati dimensionati i due disoleatori statici.

Per il lato sinistro la superficie di afferenza è pari a 14.588,40 m^2 e il coefficiente di deflusso mediato pari a 0,707; il volume da trattare risulta pari a 51,60 m^3; considerando la prima pioggia come i primi 15 minuti dell'evento piovoso, la portata da trattare con il disoleatore è pari a 57,33 l/s; pertanto, si è scelto un disoleatore con portata pari a 60 l/s avente dimensioni esterne 246x320xH250 cm.

La tubazione in ingresso al disoleatore ha un diametro di 300 mm e a valle la portata viene convogliata tramite un'unica tubazione, sempre Φ 300 mm, alla vasca di raccolta; la portata di by-pass, quindi quella superiore ai primi 5 mm di pioggia, viene convogliata tramite una tubazione in PEAD DE 1000.

Le portate della rete oleosa sinistra si andranno a sommare con le portate della rete meteorica sinistra e verranno convogliate tramite unica tubazione in PEAD DE 1200 verso le celle filtranti, realizzando sei stacchi lungo il percorso con tubazioni in PVC SN8 DN 500 per poter essere convogliate nei moduli.

Per il lato destro la superficie di afferenza è pari a 17.130,00 m^2 e il coefficiente di deflusso mediato pari a 0,628; il volume da trattare risulta pari a 53,76 m^3; considerando la prima pioggia come i primi 15 minuti dell'evento piovoso, la portata da trattare con il disoleatore è pari a 59,74 l/s; pertanto, si è scelto un disoleatore con portata pari a 60 l/s avente dimensioni esterne 246x320xH250 cm.

La tubazione in ingresso al disoleatore ha un diametro di 300 mm e a valle la portata viene convogliata tramite un'unica tubazione, sempre Φ 300 mm, alla vasca di raccolta; la portata di by-pass, quindi quella superiore ai primi 5 mm di pioggia, viene convogliata tramite una tubazione in PEAD DE 1000.

Le portate della rete oleosa destra si andranno a sommare con le portate della rete meteorica destra e verranno convogliate tramite unica tubazione in PEAD DE 1200 verso le celle filtranti, realizzando sei stacchi lungo il percorso con tubazioni in PVC SN8 DN 500 per poter essere convogliate nei moduli.

6.4 Descrizione del sistema di disoleazione

Come descritto precedentemente, il sistema di disoleazione proposto è del tipo a pacchi lamellari. Con questa tipologia il refluo staziona nel comparto principale dove avviene la

flottazione delle sostanze galleggianti (oli, idrocarburi, ecc.) che, avendo una densità inferiore a quella dell'acqua, vengono raccolti negli strati superficiali della massa liquida, formando un battente di olio di spessore crescente in base alla concentrazione in ingresso di tali sostanze.

Di seguito si riporta uno schema di funzionamento del disoleatore proposto.

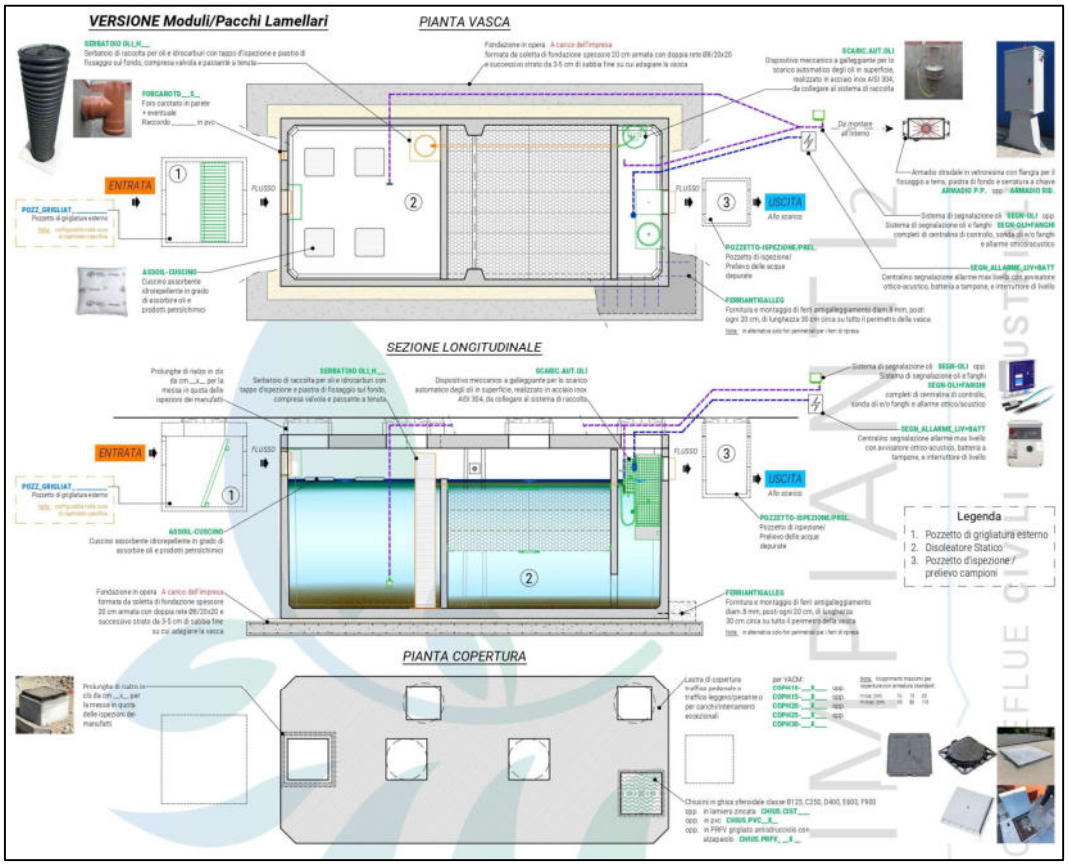


Figura 6.2 – Disoleatore statico a pacchi lamellari

6.4.1 Descrizione del sistema di disoleazione

Come descritto precedentemente, i sistemi di disoleazione proposti per l'intervento sono composti da due vasche distinte a servizio delle aree individuate:

1. **Pertinenze impermeabili lato sinistro:** con un disoleatore statico a pacchi lamellari da 60 l/s;

2. **Pertinenze impermeabili lato destro:** con un disoleatore statico a pacchi lamellari da 60 l/s.

Di seguito si riporta una tabella con le dimensioni delle vasche sopra citate.

Codice Articolo	Portata NS (lt/sec)	Volume Carico Fanghi (mc)	Volume d'acqua del separatore (lt)	Capacità di stoccaggio liquidi leggeri (lt)	Dimensioni esterne Disoleatore (cm)	Diametro tubaz. (mm)	Peso Vasca (ql)	Peso Lastra di Copertura (ql)		
								h. 10 cm (B125)	h. 15 cm (C250)	h. 20 cm (D400)
DISCE60A-PL	60	6,00	13696	1017	246X320XH250	300	125,1	19,6	29,3	39,1
DISCE60B-PL	60	12,00	18261	1356	246X420XH250	300	147,4	25,7	38,5	51,3
DISCE60C-PL	60	18,00	22826	1695	246X520XH250	300	175,2	31,8	47,7	63,6

Tabella 6.3 – Disoleatori statici a pacchi lamellari

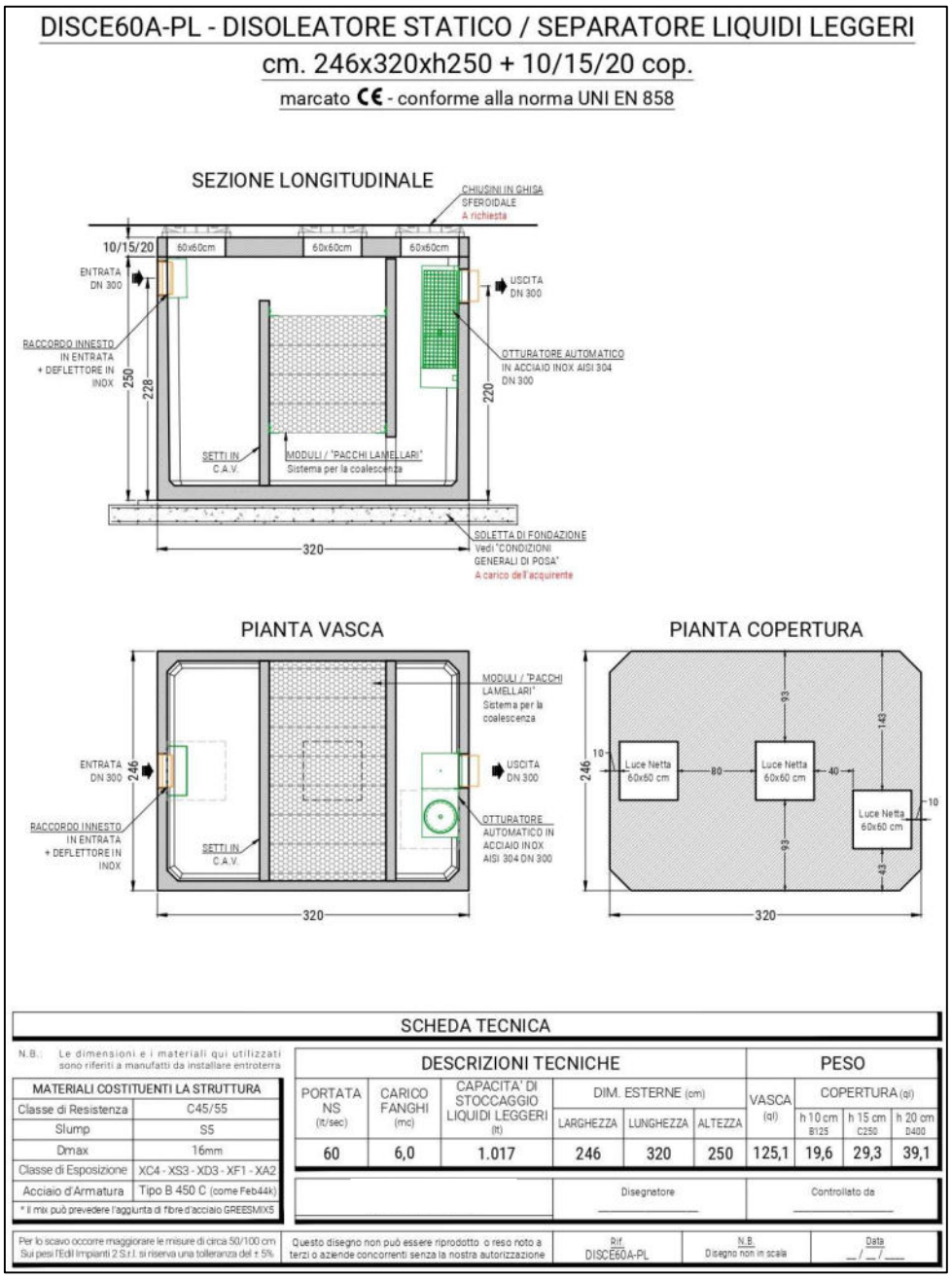


Figura 6.3 – Disoleatore statico a pacchi lamellari – 60 l/s

7. INVARIANZA IDRAULICA

7.1 Valutazioni idrologiche

Nella redazione del progetto di invarianza idraulica e idrologica di cui all'articolo 10 della Legge Regionale n.7 del 23 novembre 2017 sono stati rispettati i seguenti elementi:

a) tempi di ritorno di riferimento: considerato che l'applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrologica contribuisce in modo fondamentale alle misure di prevenzione dell'esondazione dei corsi d'acqua e delle reti di drenaggio urbano, il presente regolamento prevede che siano valutate le condizioni locali di rischio di allagamento residue per eventi di tempo di ritorno alti, quelli cioè che determinano un superamento anche rilevante delle capacità di controllo assicurate dalle strutture fognarie; gli interventi di contenimento e controllo delle acque meteoriche sono conseguentemente dimensionati in modo da rispettare i valori di portata limite di cui all'articolo 8, assumendo i seguenti valori di tempi di ritorno:

- T = 50 anni: tempo di ritorno da adottare per il dimensionamento delle opere di invarianza idraulica e idrologica per un accettabile grado di sicurezza delle stesse, in considerazione dell'importanza ambientale ed economica degli insediamenti urbani;
- T = 100 anni: tempo di ritorno da adottare per la verifica dei franchi di sicurezza delle opere come sopra dimensionate.

I parametri caratteristici delle curve di possibilità pluviometrica per la determinazione delle precipitazioni di progetto da assumere sono quelli riportati da ARPA Lombardia per tutte le località del territorio regionale. Utilizzando il programma idrologico della Regione Lombardia (dati idrologici ARPA - SIDRO) sono stati calcolati i valori di pioggia intensa in mm/h utilizzando il coefficiente pluviometrico orario considerando l'area oggetto di studio, I dati utilizzati per il calcolo sono riportati all'interno del Cap. 5.

7.2 Procedura dettagliata invarianza idraulica

Al fine di ottemperare alle verifiche di invarianza idraulica e/o idrologica vengono adottati i seguenti metodi di calcolo:

- metodo dei requisiti minimi;
- metodo analitico di dettaglio di tipo cinematico o della corrivazione;
- metodo analitico di dettaglio di Nash.

Per quanto attiene ai metodi analitici, verranno calcolati i volumi utilizzando diversi ietogrammi di progetto al fine di confrontarne i risultati.

Tra i diversi metodi adottati, si assumerà quale valore del volume minimo di progetto il maggiore tra tutti i valori calcolati.

Nei paragrafi seguenti verranno descritti tali metodi ed a fine relazione verranno riportati i report dei calcoli.

Il metodo analitico di dettaglio prevede di calcolare in modo analitico la curva della portata entrante nell'accumulo, l'altezza idrica nell'invaso e la contestuale portata uscente o infiltrata, per un evento meteorico di fissata durata e tempo di ritorno.

Noto il volume invasato istante per istante, si calcola il relativo valore massimo, che rappresenta il volume minimo che l'accumulo deve possedere al fine di garantire il vincolo di invarianza ed il rispetto della portata scaricata, per detto evento meteorico di fissata durata e tempo di ritorno.

La durata dell'evento meteorico ritenuto critico viene riportato nel report dei calcoli.

Per quanto attiene alla portata entrante nel serbatoio essa viene calcolata, mediante il modello cinematico, come somma delle portate generate dalle singole aree.

L'applicazione della procedura dettagliata prevede l'implementazione dei seguenti passaggi:

- calcolo ietogramma di pioggia di progetto lorda mediante lo ietogramma di progetto;
- depurazione delle piogge e calcolo dello ietogramma netto;
- calcolo dell'idrogramma in ingresso all'accumulo come somma degli idrogrammi generati dalla singola area;
- calcolo del bilancio del serbatoio e del battente idrico al suo interno minuto per minuto;
- calcolo del volume invasato e dell'idrogramma in uscita dall'invaso;
- calcolo del volume minimo di laminazione come valore massimo del volume invasato.

Il dimensionamento delle opere secondo la procedura dettagliata prevede come primo step, quello di definire l'input di progetto, cioè gli ietogrammi di progetto da adottare per la

simulazione. Di seguito si mostrano le 4 tipologie di ietogrammi utilizzate per la valutazione delle portate in ingresso.

Ietogramma di pioggia di progetto

Per la definizione dell'evento di pioggia di progetto si adottano più ietogrammi, di seguito riportati:

- lo ietogramma Chicago, sviluppato da Keifer e Chu nel 1957 con riferimento alla fognatura di Chicago;
- lo ietogramma rettangolare o uniforme che ipotizza l'intensità di pioggia costante;
- lo ietogramma triangolare che ipotizza l'intensità di pioggia con andamento triangolare;
- lo ietogramma Sifalda.

Ietogramma Chicago

Tale ietogramma è caratterizzato da un picco d'intensità massima e da una intensità media per ogni durata, anche parziale, uguale a quella definita dalla curva di possibilità pluviometrica. Analiticamente lo ietogramma Chicago è descritto da due equazioni, rispettivamente riferite al ramo crescente prima del picco e al successivo ramo decrescente dopo il picco.

Il calcolo dell'altezza di precipitazione h [mm], in funzione del tempo t [ore], viene calcolato con le seguenti.

$$h(t) = r \cdot a \left[\left(\frac{t_r}{r}\right)^n - \left(\frac{t_r - t}{r}\right)^n \right] \qquad per \;\; t \leq t_r$$

$$h(t) = r \cdot a \cdot \left(\frac{t_r}{r}\right)^n + a \cdot (1 - r) \cdot \left(\frac{t - t_r}{1 - r}\right)^n \qquad per \;\; t_r < t \leq t_p$$

Per durate superiori alla durata della precipitazione t_p esso rimane costante.

h [mm]: altezza di precipitazione
a [mm/ora^n]: parametro della linea segnalatrice di pioggia
n [-]: coefficiente di scala della linea segnalatrice di pioggia
r [-]: coefficiente di posizione del picco di precipitazione rispetto alla durata della pioggia
t [ore]: generico istante di calcolo
t_p [ore]: durata della precipitazione
t_r [ore]: tempo del picco di precipitazione pari a *tp · r*

I parametri *a* ed *n* adottati sono quelli che fanno riferimento alla durata della precipitazione di progetto.

Il range di applicazione del coefficiente di posizione risulta 0≤r≤1. La sua posizione all'interno della durata complessiva θ dell'evento può essere scelta sulla base di indagini statistiche relative alla zona in esame, oppure in mancanza di informazioni si può porre r=0,4 valore medio che risulta dagli studi in materia riportati in letteratura.

Sulla base di tali formule l'intensità di precipitazione i [mm/h], al generico istante t [ore], viene calcolato con la seguente.

$$i(t) = \frac{h(t) - h(t - \Delta t)}{\Delta t}$$

i [mm/ora]: intensità di precipitazione
Δt [ore]: passo di calcolo dell'intensità di precipitazione posto pari a 1 min.

Ietogramma rettangolare o uniforme

Tale ietogramma è caratterizzato da un valore costante dell'intensità di precipitazione per tutta la sua durata. Analiticamente è descritto dalla seguente equazione.

$$i(t) = a \cdot t_p{}^{(n-1)}$$

Per durate superiori alla durata della precipitazione t_p essa è pari a zero.

i [mm/ora]: intensità di precipitazione
a [mm/ora^n]: parametro della linea segnalatrice di pioggia
n [-]: coefficiente di scala della linea segnalatrice di pioggia
t_p [ore]: durata della precipitazione

I parametri a ed n adottati sono quelli che fanno riferimento alla durata della precipitazione di progetto.

Ietogramma triangolare

Tale ietogramma è caratterizzato da un andamento crescente linearmente fino al valore massimo di picco, pari a due volte l'intensità media di precipitazione, per poi diminuire ancora linearmente fino ad un valore nullo. Analiticamente è descritto dalle seguenti equazioni.

$$i(t) = 2 \cdot a \cdot t_p^{(n-1)} \cdot \frac{t}{r \cdot t_p} \qquad per\ t \leq t_r$$

$$i(t) = 2 \cdot a \cdot t_p^{(n-1)} \cdot \frac{(t_p - t)}{(1-r)t_p} \qquad per\ t_p \geq t > t_r$$

Per durate superiori alla durata della precipitazione t_p l'intensità di precipitazione è pari a zero.

i [mm/ora]: intensità di precipitazione
a [mm/ora^n]: parametro della linea segnalatrice di pioggia
n [-]: coefficiente di scala della linea segnalatrice di pioggia
r [-]: coefficiente di posizione del picco di precipitazione rispetto alla durata della pioggia
t [ore]: generico istante di calcolo
t_p [ore]: durata della precipitazione
t_r [ore]: tempo del picco di precipitazione pari a $t_p \cdot r$
I parametri a ed n adottati sono quelli che fanno riferimento alla durata della precipitazione di progetto.

Ietogramma Sifalda

Lo ietogramma Sifalda (1973) è costituito da tre parti, una fase ascendente lineare, una fase centrale constante ed una fase discendente lineare. Le prime due fasi hanno durata pari ad un quarto della durata totale dell'evento mentre la terza parte ne dura la metà. Il volume di pioggia è distribuito secondo i seguenti rapporti 14%, 56% e 30% rispettivamente per la prima, seconda e terza parte. La fase centrale ha una intensità di precipitazione pari a 2,225 volte l'intensità media, al tempo zero l'intensità è pari a 0,15 volte l'intensità media ed arriva a 1 volta l'intensità media, mentre al tempo t pari alla durata dell'evento meteorico è pari a 0,20 volte l'intensità media ed arriva a 1 volta l'intensità media ad una durata pari alla metà della durata dell'evento meteorico. Analiticamente è descritto dalle seguenti equazioni.

$$i_m = a \cdot t_p^{(n-1)}$$

$$i(t) = 0{,}15 \cdot i_m + (1 - 0{,}15) \cdot i_m \cdot \frac{4 \cdot t}{t_p} \qquad per\ t < \frac{t_p}{4}$$

$$i(t) = 2{,}225 \cdot i_m \qquad per\ \frac{t_p}{4} \leq t < \frac{t_p}{2}$$

$$i(t) = 0{,}2 \cdot i_m + (1 - 0{,}2) \cdot i_m \cdot \frac{2 \cdot (t_p - t)}{t_p} \qquad per\ \frac{t_p}{2} \leq t \leq t_p$$

Per durate superiori alla durata della precipitazione t_p l'intensità di precipitazione è pari a zero.

i [mm/ora]: intensità di precipitazione
i_m [mm/ora]: intensità di precipitazione media
a [mm/ora^n]: parametro della linea segnalatrice di pioggia
n [-]: coefficiente di scala della linea segnalatrice di pioggia
t [ore]: generico istante di calcolo
t_p [ore]: durata della precipitazione

I parametri a ed n adottati sono quelli che fanno riferimento alla durata della precipitazione di progetto.

<u>Ietogramma di pioggia netto</u>

Lo ietogramma di pioggia netto viene calcolato mediante il metodo percentuale, dato dalla seguente formula:

$$i_n(t) = \varphi \cdot i(t)$$

i_n [mm/ora]: intensità di pioggia netta
i [mm/ora]: intensità di pioggia lorda
φ [-]: coefficiente di deflusso

<u>Idrogramma in ingresso all'invaso</u>

L'idrogramma in ingresso all'invaso viene calcolato come somma degli idrogrammi delle singole aree.

Nello specifico si adotterà sia il modello cinematico o della corrivazione che il modello di Nash dei serbatoi e si adotterà il metodo più cautelativo.

Le equazioni generali di riferimento sono, in forma discretizzata, le seguenti.

$$\begin{cases} q_k = \sum_{j=1}^{k} p_j \cdot IUH_{k-j+1} \cdot \Delta t \\ p_j = \frac{2{,}78}{1000} \cdot i_{n,j} \cdot A \\ IUH_{k-j+1} = \frac{1}{A} \cdot \frac{A_{k-j+1}}{\Delta t} \end{cases}$$

q_k *[m³/s]*: portata all'istante di tempo $t = k \cdot \Delta t$
p_j *[m³/s]*: volume di pioggia netta all'istante di tempo $t = j \cdot \Delta t$
$i_{n,j}$ *[mm/ora]*: intensità di pioggia netta all'istante di tempo $t = j \cdot \Delta t$
Δt *[ore]*: intervallo di tempo considerato, pari ad 1 minuto
IUH_{k-j+1} *[-]*: idrogramma istantaneo unitario all'istante di tempo $t = (k - j + 1) \cdot \Delta t$

In cui l'IUH si calcola come a seguito.

Nel caso del modello cinematico adottato si considera una curva aree-tempi lineare, caso particolare per cui l'idrogramma istantaneo unitario (IUH) risulta costante nel tempo e pari:

$$IUH_{k-j+1} = \frac{1}{t_c}$$

t_c *[ore]*: tempo di corrivazione

Nel caso del modello di Nash l'IUH viene espresso dalla relazione seguente.

$$IUH_{k-j+1} = \frac{1}{(n_{nash} - 1)! \cdot k_{nash}} \cdot \left(\frac{t}{k_{nash}}\right)^{(n_{nash}-1)} \cdot e^{-\frac{(k-j+1)\cdot\Delta t}{k_{nash}}}$$

n_{nash} *[-]*: numero di serbatoi del modello di Nash
k_{nash} *[-]*: costante di tempo del modello di Nash
Δt *[ore]*: intervallo di tempo di calcolo considerato, pari ad 1 minuto

Per la stima di k_{nash} si adotta la formula proposta da Becciu, Paoletti (2010) seguente.

$$k_{nash} = \frac{0{,}5 \cdot t_c}{n_{nash} - 1}$$

t_c [ore]: tempo di corrivazione dell'area

Il tempo di corrivazione t_c, nelle reti di drenaggio urbano può essere calcolato come:

$$t_c = t_a + t_r$$

t_a *[ore]*: tempo di entrata in rete
t_r *[ore]*: tempo di rete del percorso idraulicamente più lungo a monte della sezione di calcolo

Il tempo di rete t_r si può calcolare come, il valore massimo di percorrenza di tutti i percorsi possibili:

$$t_r = max_j \left\{ \sum_l \frac{L_{i,j}}{V_{r,i,j}} \right\}$$

j [-]: j-esimo percorso possibile lungo la rete fino alla sezione di calcolo considerata

i [-]: i-esimo ramo lungo il j-esimo percorso

L_{ij} *[m]*: lunghezza dell'i-esimo ramo lungo il j-esimo percorso

V_{rij} *[m/s]*: velocità a pieno riempimento dell'i-esimo ramo lungo il j-esimo percorso

La velocità a pieno riempimento V_r si può calcolare utilizzando l'equazione di Chezy-Strickler:

$$V_r = k_s \cdot R^{2/3} \cdot \sqrt{i}$$

R [m]: raggio idraulico, che per condotte circolari risulta pari a: *R = D/4*

D [m]: diametro interno della condotta

i [-]: pendenza della condotta

k_s *[m^1/3/s]*: coefficiente di scabrezza della condotta di Strikler

Calcolo portata infiltrata

Trattandosi nel caso specifico di un sistema a portata infiltrata variabile (celle drenanti) in funzione del battente idrico all'interno dell'opera, si adotta una portata variabile in funzione dei diversi tiranti idrici, come da tabella seguente.

Portata infiltrata	
Battente idrico H [m]	Portata infiltrata Q_{inf} [l/s]
2.30	48.10
2.07	47.11
1.84	46.13
1.61	45.14
1.38	44.16
1.15	43.17
0.92	42.19
0.69	41.20
0.46	40.22
0.23	39.23
0.01	38.29
0.00	0.00

Tabella 7.1 – tabella portata variabile celle drenanti

Per valori intermedi si interpola linearmente, per valori di tiranti idrici superiori all'altezza massima, si adotta il valore di portata associata a tale valore.

Nel calcolo del processo di infiltrazione vengono adottati valori cautelativi dei coefficienti di permeabilità del terreno idonei a rappresentare le reali condizioni di permeabilità a lungo termine.

Calcolo del volume invasato con il metodo di dettaglio

Il calcolo del volume invasato dal sistema di laminazione e della portata scaricata viene descritto dall'equazioni di continuità seguente.

$$Q_e(t) - Q_u(t) = \frac{dW(t)}{dt}$$

Q_e [m³/s]: portata in ingresso all'invaso

Q_u [m³/s]: portata in uscita dall'invaso, scaricata o infiltrata

W [m³]: volume invasato

t [s]: tempo

Dove il volume invasato W, in ipotesi di forma prismatica, è dato dalla seguente relazione.

$$W = W[H(t)] = A_{inv} \cdot H(t)$$

H [m]: battente idrico all'interno dell'invaso

A_{inv} [m²]: area di base dell'invaso

Q_u è la legge di efflusso dell'invaso che dipende dal battente idrico H, come descritto nel paragrafo precedente.

$$Q_u = Q_u\big(H(t)\big)$$

Q_e è la portata in ingresso all'invaso relativa al tempo di ritorno di progetto ed alla durata critica di progetto.

Risolvendo numericamente l'equazione di continuità è possibile definire istante per istante l'altezza del battente idrico, il volume invasato e la portata scaricata o infiltrata.

Il volume minimo che deve avere l'invaso W_0 è dato dal massimo valore di tutti i volumi d'acqua invasati in tutti gli intervalli di tempo i-esimi.

$$W_0 = max_i(W_i)$$

7.3 Tempo di svuotamento

Il tempo di svuotamento Tsv [s] viene calcolato con la seguente formula:

$$T_{sv} = \frac{W}{Q_{inf} + Q_u}$$

W [m^3]: volume invasato massimo

Qinf [m^3/s]: portata infiltrata

Qu [m^3/s]: portata scaricata

Nel caso di sistemi di scarico o di infiltrazione a portata variabile si adotta il valore medio della portata infiltrata e/o scaricata durate il periodo di svuotamento.

Il tempo di svuotamento dell'invaso non deve superare le 48 ore, in modo da rispristinare la capacità d'invaso quanto prima possibile. Qualora non si riesca a rispettare il termine di 48 ore, ovvero qualora il volume calcolato sia realizzato all'interno di aree che prevedono anche volumi aventi altre finalità, il volume complessivo deve essere calcolato tenendo conto che dopo 48 ore deve comunque essere disponibile il volume calcolato. Il volume di laminazione calcolato deve quindi essere incrementato della quota parte che è ancora presente all'interno dell'opera una volta trascorse 48 ore. Per considerare l'eventualità che una seconda precipitazione possa avvenire in condizioni di parziale pre-riempimento degli invasi, nonostante si sia rispettato nella progettazione, il progetto valuta il rischio sui beni insediati e prevede misure locali anche non strutturali di protezione idraulica dei beni stessi in funzione della tipologia degli invasi e della locale situazione morfologica e insediativa.

Il tempo di svuotamento Tsv viene calcolato mediante la simulazione dinamica dell'invaso, come tempo intercorrente tra il termine dell'evento meteorico ed il tempo di completo svuotamento dell'invaso.

7.4 Tempi di corrivazione bacini per invasi di laminazione

Alla stregua delle rete meteoriche, sono stati individuati i tempi di corrivazioni dei bacini di drenaggio degli invasi di laminazione per le aree private, in quanto oggetto della procedura dettagliata.

il tempo di corrivazione può essere stimato mediante la seguente:

$$t_c = t_a + t_r$$

Dove t_a rappresenta il tempo d'accesso alla rete relativo al sottobacino drenato dalla condotta posta all'estremità di monte del percorso idraulico più lungo, nel presente studio ipotizzato pari a 2 min; *tr* è il tempo di rete, ossia il tempo che impiega l'onda di piena a percorrere i vari tratti della rete di drenaggio fino alla sezione di chiusura considerata.

Di seguito si mostrano i tempi di corrivazione stimati con Ferro:

	Celle drenanti		
	IMPERMEABILI	**PERMEABILI**	
Superfici del bacino	27800,8	15207,8	m^2
	0,028	0,015	km^2
Superfici del bacino mediate	27800,8	4562,3	
k	0,675	0,675	-
Ferro	**0,113**	**0,083**	h
	6,75	**4,99**	**min**
	405,17	299,67	s
Tc tot	**8,75**	**6,99**	**min**

Tabella 7.2 – Tempi di corrivazione celle drenanti

Questi sono i tempi di corrivazione adottati per le simulazioni delle celle drenanti dell'area d'intervento.

7.5 Dimensionamento invasi di laminazione

Le opere di laminazione adottate, in grado di consentire la laminazione delle portate in entrata e l'infiltrazione all'interno del terreno circostante, riducendo al minimo l'impatto con l'ecosistema, sono state le **celle filtranti**.

7.5.1 Celle filtranti

Nello specifico abbiamo le seguenti caratteristiche dimensionali da rispettare secondo il criterio dei requisiti minimi:

Descrizione	Dati area		
Superficie impermeabile	S_{imp}	3.24	ha
Volume specifico invarianza	W_{spec}	500	mc/ha_{imp}
Volume minimo da garantire	$\mathbf{V_{min}}$	**1618.16**	m^3
Qlim	$\mathbf{Q_{lim}}$	86.02	l/s

Tabella 7.3 – Caratteristiche dimensionali celle drenanti – requisiti minimi

Per garantire il rispetto dei requisiti minimi e il non superamento della portata limite in uscita, è stato effettuato un pre-dimensionamento delle celle, tenendo conto che il volume utile d'invaso delle stesse, si attesta al 96% del volume disponibile.

Si mostra il pre-dimensionamento delle celle drenanti, secondo una configurazione rettangolare, con le tre dimensioni:

- Lunghezza: 60,00 m;
- Larghezza: 25,50 m;
- Altezza: 2,40 m.

Descrizione	Dati celle filtranti		
Moduli cella (0,75*0,75*0,40)			
Lunghezza	B	0.75	m
Larghezza	a	0.75	m
Altezza (2 da 0,40 sovrapposti)	h	0.80	m

Volume modulo	Vm	0.45	m^3
Volume acqua modulo (0,96%)	Vm_{H2O}	432	l
Altezza celle filtranti (3 file da 0,80 m)	H	2.40	m
Superficie base celle filtranti	**A_b**	**1530,00**	m^2
Superficie laterale	A_l	410,40	m^2
Superficie laterale acqua	A_l	393,98	m^2
Superficie infiltrazione	**A_f**	**1923,98**	m^2
Volume totale	V_{tot}	3672,00	m^3
Volume acqua (0,96%)	**V_{H2O}**	**3525,12**	m^3
Altezza acqua del volume utile	**h_{H2O}**	2,304	m
Conducibilità idraulica	K	0,00005	m/s
Velocità infiltrazione	v_i	0,000025	m/s
Portata di smaltimento	Qf	0,0481	m^3/s
		48,10	l/s
Portata di smaltimento base	Qfb	0,04	m^3/s
Portata di smaltimento laterale	Qfl	0,01	m^3/s

Tabella 7.4 – Caratteristiche dimensionali celle drenanti con un volume utile del 96%

Considerando i seguenti input:

1. le superfici e il relativo coefficiente di deflusso mediato, come già esplicitato all'interno della Tabella 4.2 – Dati superfici;
2. la scelta della procedura dettagliata cinematica con curve aree tempi lineare;
3. la scelta della procedura dettagliata di Nash con i seguenti fattori:
    a. n=3 – numero serbatoi;
    b. k- costante di tempo k, calcolata secondo Becciu-Paoletti;
4. La scelta degli ietogrammi di progetto:
    a. Chicago, con coefficiente di posizione r= 0,4;
    b. Uniforme;
    c. Triangolare, con coefficiente di posizione r= 0,5;
    d. Sifalda;
5. Metodo di depurazione delle piogge percentuale;

6. Inserimento della linea segnalatrice con i relativi parametri, come riportato nella Tabella 5.1 – Output estrazione dei parametri regionalizzati;

7. Inserimento dei tempi di corrivazione caratteristici delle aree in esame come riportato nel paragrafo 0

Sono stati valutati, inserendo come modello d'infiltrazione, la tipologia a infiltrazione variabile (per il quale è necessario inserire le portate relative ai diversi battenti idrici), i seguenti elementi:

a. I massimi volumi di laminazione con le relative durate critiche;

b. I tempi di svuotamento;

c. Portate in uscita.

Le valutazioni di questi parametri sono state effettuate in due fasi:

1. per la fase di dimensionamento vera e propria, relativa ad un tempo di ritorno di 50 anni;

2. per la fase di verifica del franco di sicurezza, eseguita con un tempo di ritorno di 100 anni.

Di seguito si allegano i risultati ottenuti per le due fasi.

7.5.1.1.1 Dimensionamento celle drenanti -Tr 50 anni

Metodo dei requisiti minimi			
Volume specifico minimo	w_0	500,00	m^3/ha
Volume invaso minimo	W_0	1618.16	m^3

Metodo analitico di dettaglio di tipo cinematico			
Ietogramma		Chicago	
Durata critica	D_W	9.00	ore
Battente idrico massimo	H_{max}	1.83	m
Volume invaso minimo	W	2673.45	m^3
Metodologia: Modello cinematico, mediante integrale di convoluzione, con curva area tempi lineare e ietogramma tipo Chicago			
Ietogramma		Uniforme	
Durata critica	D_W	8.42	ore
Battente idrico massimo	H_{max}	1.83	m
Volume invaso minimo	W	2658.11	m^3
Metodologia: Modello cinematico, mediante integrale di convoluzione, con curva area tempi lineare e ietogramma tipo Uniforme			
Ietogramma		Triangolare	
Durata critica	D_W	9.58	ore
Battente idrico massimo	H_{max}	1.83	m
Volume invaso minimo	W	2798.20	m^3
Metodologia: Modello cinematico, mediante integrale di convoluzione, con curva area tempi lineare e ietogramma tipo Triangolare			
Ietogramma		Sifalda	
Durata critica	D_W	8.75	ore
Battente idrico massimo	H_{max}	1.83	m
Volume invaso minimo	W	2708.94	m^3
Metodologia: Modello cinematico, mediante integrale di convoluzione, con curva area tempi lineare e ietogramma tipo Sifalda			

Metodo analitico di dettaglio di Nash			
Ietogramma		Chicago	
Durata critica	D_W	9.50	ore
Battente idrico massimo	H_{max}	1.83	m
Volume invaso minimo	W	2665.67	m^3
Metodologia: Modello di Nash dei serbatoi multipli, mediante integrale di convoluzione.			
Ietogramma		Uniforme	
Durata critica	D_W	8.50	ore
Battente idrico massimo	H_{max}	1.83	m
Volume invaso minimo	W	2645.70	m^3
Metodologia: Modello di Nash dei serbatoi multipli, mediante integrale di convoluzione.			

Ietogramma		Triangolare	
Durata critica	D_W	9.58	ore
Battente idrico massimo	H_{max}	1.83	m
Volume invaso minimo	W	2789.79	m^3
Metodologia: Modello di Nash dei serbatoi multipli, mediante integrale di convoluzione.			
Ietogramma		Sifalda	
Durata critica	D_W	8.75	ore
Battente idrico massimo	H_{max}	1.83	m
Volume invaso minimo	W	2703.36	m^3
Metodologia: Modello di Nash dei serbatoi multipli, mediante integrale di convoluzione.			

Tabella 7.5 – Procedura dettagliata celle drenanti – Tr50 anni

Da questi risultati, si evince che le procedure eseguite con il cinematico e con il modello di Nash ben si adattano al modello, in quanto restituiscono valori molto simili in termini di volumi massimi d'invaso. Le due procedure, con i quattro ietogrammi (Chicago, uniforme, triangolare e Sifalda) restituiscono valori di durata critica tra loro vicini. Lo ietogramma triangolare, sia per il metodo cinematico che per quello di Nash, restituisce i valori più alti in termini di volumi. Alla luce di queste considerazioni, può essere cautelativo far riferimento al valore di volume d'invaso ottenuto mediante il **metodo cinematico con ietogramma triangolare**, cioè il più grande tra i calcolati, che risulta essere superiore anche a quello ottenuto per mezzo della procedura dei requisiti minimi.

Di seguito si allegano, per il modello e ietogramma prescelto, l'andamento dei parametri di portata in ingresso, in uscita, volumi entranti e uscenti.

Dinamica invaso (portata entrante, uscente/infiltrata, volume invasato) - Grafico

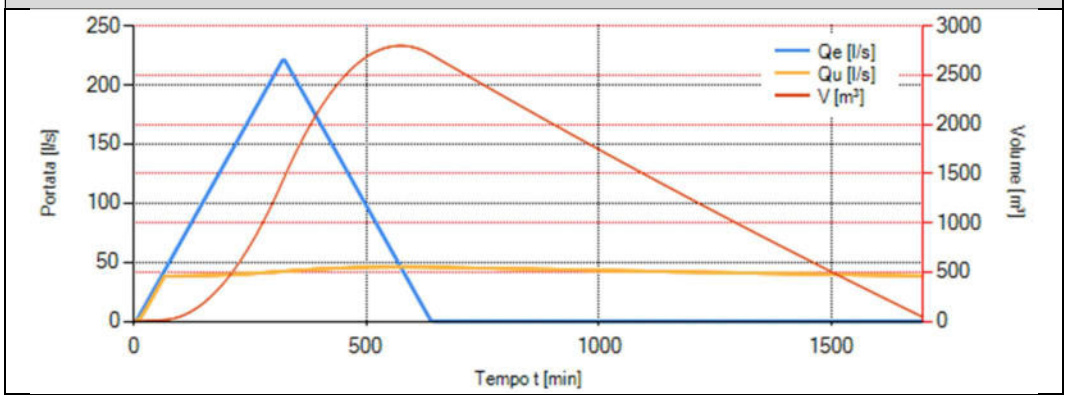


Tabella 7.6 – Grafico celle drenanti – ietogramma triangolare e modello cinematico – Tr 50 anni

Risultati tabellari				
Tempo [min]	Portata entrante Q_e [l/s]	Portata scaricata/infiltrata Q_u [l/s]	Vol. utile invasato W [m³]	Battente idrico H [m]
0	0.00	0.00	0.00	0.00
5	1.22	0.28	0.11	0.00
10	4.30	1.63	0.65	0.00
15	7.81	4.08	1.63	0.00
20	11.32	7.09	2.83	0.00
25	14.83	10.37	4.14	0.00
30	18.34	13.76	5.50	0.00
35	21.85	17.22	6.88	0.00
40	25.35	20.70	8.27	0.01
45	28.85	24.20	9.67	0.01
50	32.36	27.70	11.07	0.01
55	35.87	31.20	12.47	0.01
60	39.37	34.71	13.87	0.01
65	42.88	38.22	15.27	0.01
70	46.39	38.30	17.18	0.01
75	49.90	38.30	20.13	0.01
80	53.41	38.31	24.14	0.02
85	56.92	38.33	29.19	0.02
90	60.43	38.35	35.29	0.02
95	63.94	38.37	42.44	0.03
100	67.44	38.39	50.64	0.03
105	70.95	38.41	59.87	0.04
110	74.45	38.44	70.15	0.05
115	77.96	38.47	81.48	0.05
120	81.47	38.51	93.85	0.06
125	84.98	38.55	107.25	0.07
130	88.49	38.59	121.70	0.08
135	92.00	38.63	137.19	0.09
140	95.50	38.68	153.72	0.10
145	99.01	38.73	171.28	0.11
150	102.53	38.78	189.89	0.12
155	106.04	38.83	209.53	0.14
160	109.53	38.89	230.21	0.15
165	113.03	38.95	251.92	0.16
170	116.54	39.01	274.66	0.18
175	120.05	39.08	298.43	0.20
180	123.56	39.15	323.24	0.21
185	127.07	39.22	349.07	0.23
190	130.57	39.30	375.94	0.25
195	134.08	39.38	403.84	0.26
200	137.59	39.46	432.76	0.28
205	141.10	39.54	462.71	0.30
210	144.61	39.63	493.69	0.32
215	148.12	39.72	525.70	0.34
220	151.63	39.81	558.73	0.37
225	155.13	39.91	592.79	0.39
230	158.63	40.01	627.87	0.41
235	162.14	40.11	663.97	0.43
240	165.64	40.21	701.08	0.46
245	169.15	40.32	739.22	0.48
250	172.66	40.43	778.38	0.51

255	176.16	40.54	818.56	0.54
260	179.67	40.65	859.76	0.56
265	183.19	40.77	901.97	0.59
270	186.70	40.89	945.21	0.62
275	190.21	41.02	989.46	0.65
280	193.72	41.14	1034.72	0.68
285	197.23	41.27	1081.00	0.71
290	200.72	41.40	1128.29	0.74
295	204.22	41.54	1176.59	0.77
300	207.73	41.68	1225.90	0.80
305	211.23	41.82	1276.22	0.83
310	214.74	41.96	1327.55	0.87
315	218.25	42.11	1379.89	0.90
320	220.98	42.26	1433.18	0.94
325	219.95	42.41	1486.71	0.97
330	216.47	42.56	1539.44	1.01
335	212.96	42.70	1591.06	1.04
340	209.45	42.84	1641.59	1.07
345	205.95	42.98	1691.03	1.11
350	202.44	43.11	1739.37	1.14
355	198.93	43.25	1786.63	1.17
360	195.43	43.38	1832.79	1.20
365	191.93	43.50	1877.86	1.23
370	188.43	43.63	1921.84	1.26
375	184.92	43.75	1964.74	1.28
380	181.41	43.87	2006.54	1.31
385	177.90	43.98	2047.26	1.34
390	174.38	44.09	2086.89	1.36
395	170.88	44.20	2125.44	1.39
400	167.37	44.30	2162.90	1.41
405	163.86	44.40	2199.28	1.44
410	160.36	44.50	2234.57	1.46
415	156.85	44.60	2268.79	1.48
420	153.34	44.69	2301.92	1.50
425	149.84	44.78	2333.98	1.53
430	146.33	44.87	2364.95	1.55
435	142.83	44.95	2394.86	1.57
440	139.32	45.03	2423.68	1.58
445	135.81	45.11	2451.43	1.60
450	132.29	45.18	2478.11	1.62
455	128.78	45.25	2503.70	1.64
460	125.28	45.32	2528.23	1.65
465	121.77	45.39	2551.68	1.67
470	118.26	45.45	2574.06	1.68
475	114.76	45.51	2595.37	1.70
480	111.25	45.57	2615.60	1.71
485	107.75	45.62	2634.77	1.72
490	104.25	45.67	2652.88	1.73
495	100.74	45.72	2669.92	1.75
500	97.23	45.77	2685.89	1.76
505	93.72	45.81	2700.80	1.77
510	90.21	45.85	2714.64	1.77
515	86.70	45.88	2727.42	1.78
520	83.19	45.92	2739.13	1.79
525	79.68	45.95	2749.78	1.80
530	76.18	45.97	2759.37	1.80

535	72.67	46.00	2767.91	1.81
540	69.16	46.02	2775.38	1.81
545	65.65	46.04	2781.79	1.82
550	62.15	46.05	2787.15	1.82
555	58.66	46.06	2791.46	1.82
560	55.14	46.07	2794.71	1.83
565	51.63	46.08	2796.90	1.83
570	48.12	46.08	2798.03	1.83
575	44.61	46.08	2798.12	1.83
580	41.10	46.08	2797.15	1.83
585	37.60	46.07	2795.13	1.83
590	34.09	46.06	2792.07	1.82
595	30.58	46.05	2787.95	1.82
600	27.07	46.04	2782.78	1.82
605	23.57	46.02	2776.57	1.81
610	20.06	46.00	2769.31	1.81
615	16.56	45.98	2761.01	1.80
620	13.05	45.95	2751.66	1.80
625	9.54	45.92	2741.27	1.79
630	6.03	45.89	2729.83	1.78
635	2.55	45.85	2717.35	1.78
640	0.36	45.82	2703.99	1.77
660	0.00	45.66	2649.12	1.73
690	0.00	45.43	2567.14	1.68
720	0.00	45.20	2485.57	1.62
750	0.00	44.98	2404.41	1.57
780	0.00	44.75	2323.65	1.52
810	0.00	44.53	2243.30	1.47
840	0.00	44.30	2163.35	1.41
870	0.00	44.08	2083.81	1.36
900	0.00	43.86	2004.66	1.31
930	0.00	43.64	1925.91	1.26
960	0.00	43.42	1847.56	1.21
990	0.00	43.20	1769.60	1.16
1020	0.00	42.98	1692.04	1.11
1050	0.00	42.77	1614.87	1.06
1080	0.00	42.55	1538.08	1.01
1110	0.00	42.34	1461.67	0.96
1140	0.00	42.13	1385.65	0.91
1170	0.00	41.92	1310.01	0.86
1200	0.00	41.70	1234.75	0.81
1230	0.00	41.49	1159.88	0.76
1260	0.00	41.28	1085.38	0.71
1290	0.00	41.08	1011.25	0.66
1320	0.00	40.87	937.50	0.61
1350	0.00	40.67	864.12	0.56
1380	0.00	40.46	791.10	0.52
1410	0.00	40.26	718.45	0.47
1440	0.00	40.06	646.16	0.42
1470	0.00	39.86	574.24	0.38
1500	0.00	39.65	502.68	0.33
1530	0.00	39.45	431.48	0.28
1560	0.00	39.25	360.65	0.24
1590	0.00	39.06	290.17	0.19
1620	0.00	38.86	220.04	0.14
1650	0.00	38.67	150.26	0.10

1680	0.00	38.47	80.84	0.05
1696	0.00	38.37	43.95	0.03

Tabella 7.7 – Tabella portata-volumi – ietogramma triangolare e modello cinematico – Tr50 anni

7.5.1.1.2 Verifiche celle drenanti -Tr 50 anni

Si riportano di seguito le verifiche del sistema d'invarianza.

Dimensioni invaso			
Superficie pianta invaso	A_{inv}	1530.00	m^2

Verifiche invaso						
		Valore Progetto		**Valore Ammissibile**		**VERIFICA**
Altezza utile invaso	H	2,30	≥	1,83	m	**Positiva**
Volume utile invaso	W	3525.12	≥	2798.20	m^3	**Positiva**
Tempo di svuotamento	T_{sv}	17.7	≤	48.0	ore	**Positiva**
Portata massima scaricata	Q	46.07	≤	86.02	l/s	**Positiva**

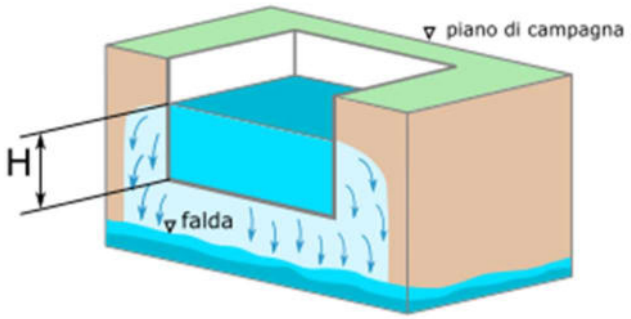
Sistema di scarico			
Tipologia di svuotamento	Infiltrazione a portata variabile		
			
Portata massima scaricabile	$Q_{u,max}$	48,10	l/s

Tabella 7.8 – Verifiche tempo di ritorno 50 anni

Portata infiltrata in funzione del battente	
Battente idrico [m]	Portata infiltrata [l/s]
2.30	48.10
2.07	47.11
1.84	46.13
1.61	45.14
1.38	44.16
1.15	43.17
0.92	42.19
0.69	41.20
0.46	40.22
0.23	39.23
0.01	38.29
0.00	0.00

Tabella 7.9 – Portata variabile celle drenanti

Per cui si può affermare che le verifiche per i tempi di ritorno di 50 anni sono tutte soddisfatte, in termini di dimensionamento dell'opera, cioè relativamente al rispetto del tirante idraulico, portata limite e tempo di svuotamento.

7.5.1.1.3 Dimensionamento celle drenanti -Tr 100 anni

Metodo dei requisiti minimi			
Volume specifico minimo	w_0	500,00	m^3/ha
Volume invaso minimo	W_0	1618.16	m^3

Metodo analitico di dettaglio di tipo cinematico			
Ietogramma		Chicago	
Durata critica	D_W	11.50	ore
Battente idrico massimo	H_{max}	2.12	m
Volume invaso minimo	W	3098.29	m^3
Metodologia: Modello cinematico, mediante integrale di convoluzione, con curva area tempi lineare e ietogramma tipo Chicago			
Ietogramma		Uniforme	
Durata critica	D_W	9.42	ore
Battente idrico massimo	H_{max}	2.12	m
Volume invaso minimo	W	3086.54	m^3
Metodologia: Modello cinematico, mediante integrale di convoluzione, con curva area tempi lineare e ietogramma tipo Uniforme			
Ietogramma		Triangolare	
Durata critica	D_W	10.83	ore
Battente idrico massimo	H_{max}	2.12	m
Volume invaso minimo	W	3243.09	m^3
Metodologia: Modello cinematico, mediante integrale di convoluzione, con curva area tempi lineare e ietogramma tipo Triangolare			
Ietogramma		Sifalda	
Durata critica	D_W	9.92	ore
Battente idrico massimo	H_{max}	2.12	m
Volume invaso minimo	W	3135.66	m^3
Metodologia: Modello cinematico, mediante integrale di convoluzione, con curva area tempi lineare e ietogramma tipo Sifalda			

Metodo analitico di dettaglio di Nash			
Ietogramma		Chicago	
Durata critica	D_W	12.00	ore
Battente idrico massimo	H_{max}	2.12	m
Volume invaso minimo	W	3089.29	m^3
Metodologia: Modello di Nash dei serbatoi multipli, mediante integrale di convoluzione.			
Ietogramma		Uniforme	
Durata critica	D_W	9.50	ore
Battente idrico massimo	H_{max}	2.12	m

Volume invaso minimo	W	3070.60	m^3
Metodologia: Modello di Nash dei serbatoi multipli, mediante integrale di convoluzione.			
Ietogramma		Triangolare	
Durata critica	D_W	10.83	ore
Battente idrico massimo	H_{max}	2.12	m
Volume invaso minimo	W	3233.45	m^3
Metodologia: Modello di Nash dei serbatoi multipli, mediante integrale di convoluzione.			
Ietogramma		Sifalda	
Durata critica	D_W	9.92	ore
Battente idrico massimo	H_{max}	2.12	m
Volume invaso minimo	W	3129.60	m^3
Metodologia: Modello di Nash dei serbatoi multipli, mediante integrale di convoluzione.			

Tabella 7.10 – Procedura dettagliata celle drenanti – Tr100 anni

Da questi risultati, si evince che le procedure eseguite con il cinematico e con il modello di Nash ben si adattano al modello, in quanto restituiscono valori molto simili in termini di volumi massimi d'invaso. Le due procedure, con i quattro ietogrammi (Chicago, uniforme, triangolare e Sifalda) restituiscono valori di durata critica tra loro vicini. Osservando il comportamento dello ietogramma Chicago, possiamo affermare che per la natura stessa dello ietogramma, le portate in ingresso si sviluppano nel tempo e tendono ad allungare la durata critica. Lo ietogramma triangolare, sia per il metodo cinematico che per quello di Nash, restituisce i valori più alti in termini di volumi. Alla luce di queste considerazioni, può essere cautelativo far riferimento al valore di volume d'invaso ottenuto mediante il **metodo cinematico con ietogramma triangolare**, cioè il più grande tra i calcolati, che risulta essere superiore anche a quello ottenuto per mezzo della procedura dei requisiti minimi.

Di seguito si allegano, per il modello e ietogramma prescelto, l'andamento dei parametri di portata in ingresso, in uscita, volumi entranti e uscenti.

Dinamica invaso (portata entrante, uscente/infiltrata, volume invasato) - Grafico

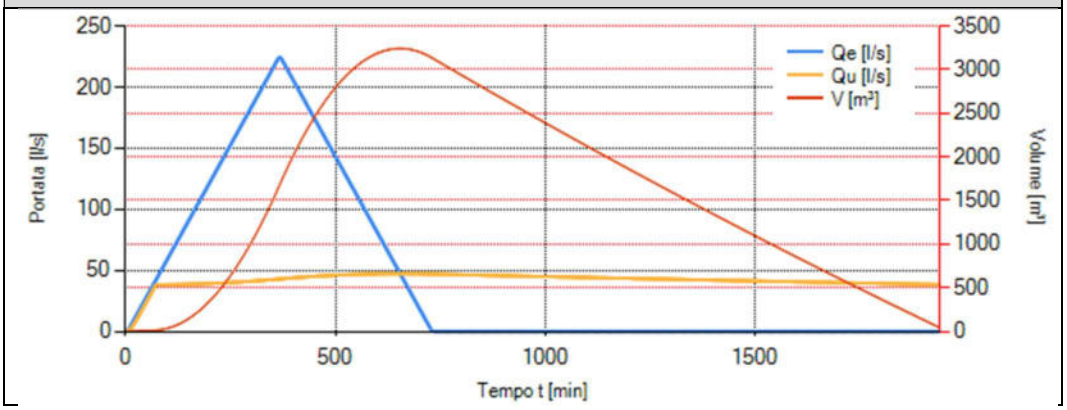


Tabella 7.11 – Grafico celle drenanti – ietogramma triangolare e modello cinematico – Tr100 anni

Risultati tabellari

Tempo [min]	Portata entrante Q_e [l/s]	Portata scaricata/infiltrata Q_u [l/s]	Vol. utile invasato W [m³]	Battente idrico H [m]
0	0.00	0.00	0.00	0.00
10	3.81	1.44	0.58	0.00
20	10.02	6.28	2.51	0.00
30	16.24	12.19	4.87	0.00
40	22.45	18.33	7.32	0.00
50	28.65	24.52	9.80	0.01
60	34.87	30.74	12.28	0.01
70	41.09	36.95	14.76	0.01
80	47.29	38.30	18.39	0.01
90	53.50	38.32	25.64	0.02
100	59.72	38.35	36.61	0.02
110	65.93	38.39	51.28	0.03
120	72.13	38.44	69.65	0.05
130	78.35	38.50	91.71	0.06
140	84.58	38.58	117.46	0.08
150	90.78	38.66	146.89	0.10
160	96.98	38.75	179.99	0.12
170	103.20	38.85	216.76	0.14
180	109.41	38.97	257.20	0.17
190	115.60	39.09	301.29	0.20
200	121.82	39.22	349.03	0.23
210	128.05	39.37	400.41	0.26
220	134.24	39.52	455.43	0.30
230	140.45	39.69	514.09	0.34
240	146.67	39.86	576.36	0.38
250	152.88	40.05	642.25	0.42
260	159.08	40.24	711.76	0.47
270	165.30	40.45	784.87	0.51
280	171.52	40.66	861.59	0.56
290	177.72	40.88	941.90	0.62
300	183.93	41.12	1025.80	0.67
310	190.16	41.36	1113.28	0.73

320	196.36	41.62	1204.34	0.79
330	202.56	41.88	1298.97	0.85
340	208.79	42.16	1397.16	0.91
350	215.00	42.44	1498.91	0.98
360	221.20	42.74	1604.21	1.05
370	223.73	43.04	1712.54	1.12
380	217.71	43.34	1819.10	1.19
390	211.50	43.63	1921.78	1.26
400	205.30	43.90	2020.56	1.32
410	199.07	44.17	2115.44	1.38
420	192.86	44.42	2206.44	1.44
430	186.66	44.67	2293.57	1.50
440	180.45	44.90	2376.83	1.55
450	174.23	45.12	2456.23	1.61
460	168.02	45.33	2531.77	1.65
470	161.82	45.53	2603.46	1.70
480	155.60	45.73	2671.30	1.75
490	149.37	45.91	2735.31	1.79
500	143.18	46.07	2795.48	1.83
510	136.97	46.23	2851.83	1.86
520	130.74	46.38	2904.36	1.90
530	124.54	46.51	2953.08	1.93
540	118.34	46.64	2997.99	1.96
550	112.11	46.75	3039.11	1.99
560	105.90	46.86	3076.44	2.01
570	99.70	46.95	3109.98	2.03
580	93.48	47.03	3139.74	2.05
590	87.26	47.11	3165.72	2.07
600	81.07	47.17	3187.95	2.08
610	74.86	47.22	3206.40	2.10
620	68.64	47.26	3221.11	2.11
630	62.44	47.29	3232.07	2.11
640	56.23	47.31	3239.28	2.12
650	50.02	47.32	3242.75	2.12
660	43.79	47.32	3242.50	2.12
670	37.59	47.31	3238.53	2.12
680	31.39	47.29	3230.83	2.11
690	25.16	47.26	3219.43	2.10
700	18.95	47.21	3204.32	2.09
710	12.74	47.16	3185.51	2.08
720	6.53	47.10	3163.01	2.07
730	0.84	47.03	3136.87	2.05
750	0.00	46.87	3080.62	2.01
780	0.00	46.63	2996.46	1.96
810	0.00	46.40	2912.73	1.90
840	0.00	46.17	2829.41	1.85
870	0.00	45.94	2746.52	1.80
900	0.00	45.70	2664.04	1.74
930	0.00	45.47	2581.98	1.69
960	0.00	45.24	2500.33	1.63
990	0.00	45.02	2419.10	1.58
1020	0.00	44.79	2338.27	1.53
1050	0.00	44.57	2257.85	1.48
1080	0.00	44.34	2177.83	1.42
1110	0.00	44.12	2098.21	1.37
1140	0.00	43.90	2018.99	1.32

1170	0.00	43.68	1940.16	1.27
1200	0.00	43.46	1861.74	1.22
1230	0.00	43.24	1783.72	1.17
1260	0.00	43.02	1706.08	1.12
1290	0.00	42.81	1628.84	1.06
1320	0.00	42.59	1551.98	1.01
1350	0.00	42.38	1475.50	0.96
1380	0.00	42.17	1399.41	0.91
1410	0.00	41.95	1323.70	0.87
1440	0.00	41.74	1248.38	0.82
1470	0.00	41.53	1173.43	0.77
1500	0.00	41.32	1098.86	0.72
1530	0.00	41.11	1024.67	0.67
1560	0.00	40.91	950.85	0.62
1590	0.00	40.70	877.40	0.57
1620	0.00	40.50	804.32	0.53
1650	0.00	40.30	731.60	0.48
1680	0.00	40.09	659.25	0.43
1710	0.00	39.89	587.26	0.38
1740	0.00	39.69	515.63	0.34
1770	0.00	39.49	444.37	0.29
1800	0.00	39.29	373.47	0.24
1830	0.00	39.09	302.92	0.20
1860	0.00	38.90	232.73	0.15
1890	0.00	38.70	162.89	0.11
1920	0.00	38.51	93.40	0.06
1941	0.00	38.37	44.97	0.03

Tabella 7.12 – Tabella portata-volumi – ietogramma triangolare e modello cinematico – Tr 100 anni

7.5.1.1.4 Verifiche celle drenanti -Tr 100 anni

Si riportano di seguito le verifiche del sistema d'invarianza.

Dimensioni invaso			
Superficie pianta invaso	A_{inv}	1530.00	m^2

Verifiche invaso						
		Valore Progetto		**Valore Ammissibile**		**VERIFICA**
Altezza utile invaso	H	2.30	≥	2.12	m	**Positiva**
Volume utile invaso	W	3525.12	≥	3243.09	m^3	**Positiva**
Tempo di svuotamento	T_{sv}	20.2	≤	48.0	ore	**Positiva**
Portata massima scaricata	Q	47.31	≤	86.02	l/s	**Positiva**

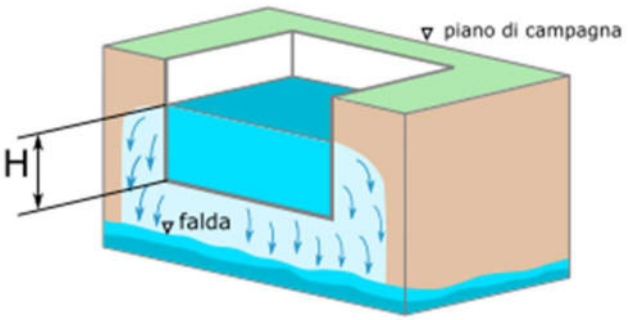
Sistema di scarico			
Tipologia di svuotamento	Infiltrazione a portata variabile		
			
Portata massima scaricabile	$Q_{u,max}$	48.10	l/s

Tabella 7.13 – Verifiche tempo di ritorno 100 anni – celle drenanti

Portata infiltrata in funzione del battente	
Battente idrico [m]	Portata infiltrata [l/s]
2.30	48.10
2.07	47.11
1.84	46.13
1.61	45.14
1.38	44.16
1.15	43.17
0.92	42.19
0.69	41.20
0.46	40.22
0.23	39.23
0.01	38.29
0.00	0.00

Tabella 7.14 – Portata variabile celle drenanti

Per cui si può affermare che le verifiche, per i tempi di ritorno di 100 anni, sono tutte soddisfatte in quanto il massimo tirante idrico e la portata in uscita si mantengono al di sotto dei limiti utili d'invaso e di normativa. Inoltre, il tempo di svuotamento è inferiore al limite di 48 h.

7.6 Soluzioni tecnologiche

7.6.1 Soluzioni tecnologiche

Per il dimensionamento dell'opera di filtrazione si è optato per una struttura disperdente a moduli e cioè le celle di infiltrazione con sistema tipo AQUABOX HP a elementi modulari a struttura troncopiramidale alveolare in polipropilene vergine o rigenerato, progettato per realizzare bacini interrati per la gestione sostenibile delle acque meteoriche, con lo scopo di ridurre i possibili fenomeni di inondazione conseguenti all'incremento delle superfici urbanizzate. Gli elementi vengono assemblati in cantiere e posati a secco. I moduli sono agganciati tra di loro mediante appositi connettori che garantiscono la stabilità del bacino. Possono essere installati sia in aree urbane che in aree industriali/commerciali dove è presente un intenso transito di mezzi pesanti.

L'altezza complessiva che si può raggiungere con gli elementi modulari è pari a H = 2,85 m date le dimensioni standard degli elementi di altezza pari a 80 cm, con possibilità di sovrapposizione di tre file, più la possibilità di inserire un ulteriore metà fila di altezza pari a 45 cm come descritto nelle tabelle seguenti.

AQUABOX HP

Peso mezzo modulo	W [kg]	10.3
Larghezza elemento	B [cm]	75
Lunghezza elemento	L [cm]	75
Altezza netta elemento	H_c [cm]	80
Superficie coperta	A [m²]	0.563
Percentuale di volume utile	V [%]	96%
Volume di invaso per elemento	V_{el} [m³]	0.432

AQUABOX HALF HP

Peso elemento	W [kg]	10.3
Larghezza elemento	B [cm]	75
Lunghezza elemento	L [cm]	75
Altezza netta elemento	H_c [cm]	45
Superficie coperta	A [m²]	0.563
Percentuale di volume utile	V [%]	95%
Volume di invaso per elemento	V_{el} [m³]	0.240

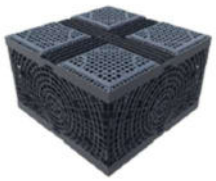


Figura 7.1 – Tecnologia Celle drenanti

Il sistema può essere installato fino a 6,3 m di profondità grazie alla struttura solida e rigida e permette di realizzare volumi di stoccaggio delle acque meteoriche pari al 96% del volume nominale del bacino, garantendo un rapporto di vuoto che è superiore a 3-4 volte rispetto alla ghiaia, con conseguente risparmio delle superfici utilizzate e riduzione della profondità

di scavo. L'intera struttura è testata secondo il criterio statico SLW60 e la trincea può quindi essere collocata anche in una zona carrabile pesante.

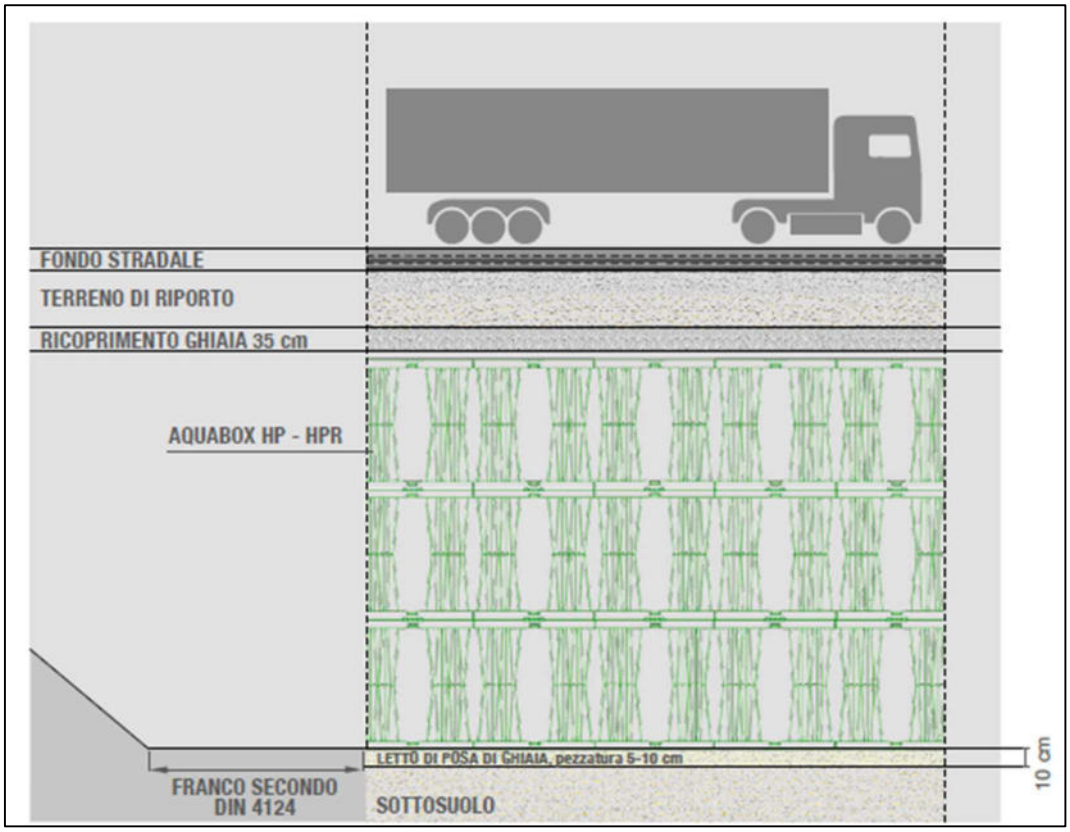


Figura 7.2 – Modalità di posa del sistema celle drenanti

La configurazione geometrica interna dei moduli rende il sistema facilmente praticabile per l'ispezionabilità, manutenzione ordinaria e pulizia. Gli spazi permettono l'ingresso di una telecamera carrellata per effettuare una video ispezione del bacino in tutte le direzioni e in tutti i livelli.

La superficie permeabile dei moduli è pari a tutta l'area di base più tutta l'area laterale. La permeabilità è garantita attraverso griglie laterali con possibilità di ingresso di tubazioni di diverso diametro.

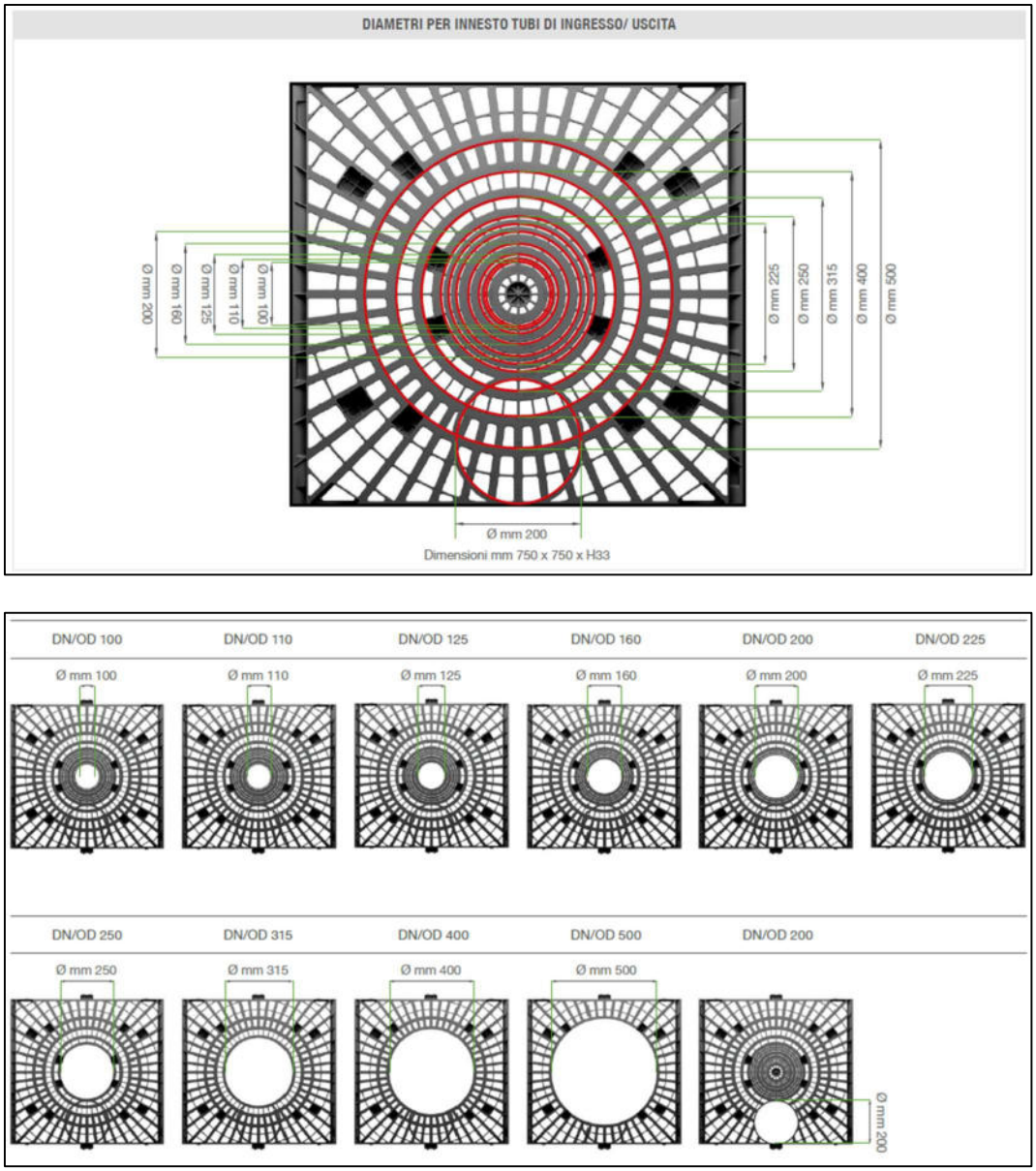


Figura 7.3 – Diametri aperture celle drenanti per innesto tubi

8. PIANI DI MANUTENZIONE

8.1 Piani di manutenzione celle filtranti

La manutenzione del sistema di drenaggio realizzato con moduli plastici tipo AQUABOX è finalizzata a garantire nel tempo la capacità di invaso/infiltrazione e la corretta funzionalità idraulica, prevenendo ostruzioni, accumulo eccessivo di sedimenti e l'ingresso di sostanze inquinanti.

Devono essere adottate tutte le cautele necessarie affinché oggetti estranei, detriti e sostanze inquinanti non possano entrare nelle tubazioni di adduzione e nel volume di accumulo realizzato con moduli AQUABOX.

Il bacino sia in fase di collaudo che una volta in funzione, deve essere sottoposto ad ispezione tramite un'apposita telecamera. L'accessibilità è sempre garantita dai pozzetti di manutenzione che permettono di raggiungere in profondità il bacino.

L'ispezione è eseguita con telecamera orientabile carrellata a 360° su tutti i livelli e in tutte le direzioni.

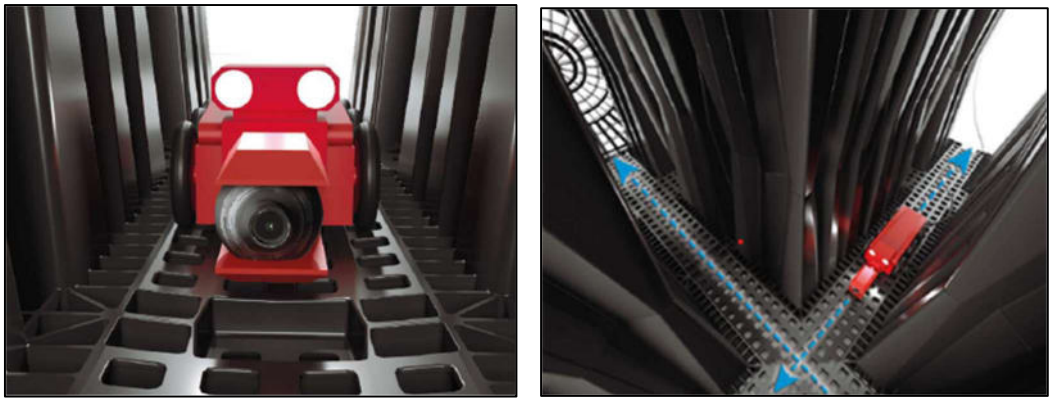


Figura 8.1 – Ispezione con telecamera orientabile carrellata

Prima della messa in esercizio, al termine delle opere di installazione e di rinterro, è prescritta una ispezione iniziale del sistema, con:

- verifica visiva dei pozzetti e delle tubazioni di adduzione/scarico;
- eventuale ispezione interna con videocamera o robot dedicato;
- registrazione degli esiti in un registro di manutenzione dell'opera.

Durante il primo anno di esercizio si raccomanda di eseguire ispezioni con frequenza semestrale, al fine di valutare il reale apporto di sedimenti e definire, in base all'esperienza, la frequenza ottimale delle manutenzioni ordinarie per gli anni successivi.

Indipendentemente da quanto sopra, il sistema dovrà essere oggetto di verifica nei seguenti casi:

- al termine delle attività di cantiere nelle aree scolanti servite dalla vasca;
- a seguito di eventi meteorici intensi (es. eventi con tempo di ritorno ≥ 10 anni) o comunque di episodi piovosi eccezionali;
- in caso di malfunzionamento o guasto degli impianti di pretrattamento, se presenti;
- in ogni caso almeno una volta all'anno.

In condizioni ordinarie di esercizio si consiglia una frequenza di ispezione/pulizia di almeno due volte l'anno, preferibilmente nei periodi primaverile e autunnale, integrata da eventuali interventi straordinari a seguito di eventi estremi.

8.1.1 Modalità operative di pulizia

Le operazioni di manutenzione e pulizia devono essere eseguite da personale qualificato, nel rispetto delle norme di sicurezza sul lavoro e delle indicazioni del produttore del sistema.

La sequenza ordinaria delle operazioni è la seguente:

1. Pulizia delle tubazioni a monte
    - Intervento prioritario sulle condotte di adduzione alla vasca, con rimozione di sedimenti, sabbie, materiali flottanti e rifiuti solidi.
    - Pulizia e svuotamento dei pozzetti di ispezione e dissabbiamento posti a monte del sistema AQUABOX, in particolare se utilizzati come trappole per sedimenti.
2. Pulizia dei pozzetti di ispezione collegati alla vasca
    - Aspirazione dei depositi dal fondo pozzetto tramite autospurgo o equivalente;
    - Verifica dell'assenza di occlusioni in corrispondenza degli imbocchi dei tubi di collegamento ai moduli AQUABOX.

3. Lavaggio interno dei moduli AQUABOX in presenza di evidente accumulo di sedimenti all'interno della vasca o di riduzione delle prestazioni idrauliche, si procederà al lavaggio interno dei canali dei moduli tramite getto in pressione, con accesso dai pozzetti di ispezione:

    - utilizzo di sonda a getto d'acqua ad alta pressione con ugelli rotanti (rotazione circa 90°) e getto inclinato (circa 45° rispetto all'asse);

    - pressione di esercizio compresa indicativamente tra 80 e 120 bar: valori maggiori non sono ammessi per evitare il rischio di danneggiamento del geotessile e delle componenti plastiche;

    - progressione della sonda lungo i canali interni della struttura in modo da interessare l'intero sviluppo della vasca.

L'attrezzatura di pulizia e ispezione che entra nei moduli AQUABOX dovrà avere larghezza massima non superiore a 16 cm, corrispondente all'altezza utile interna dei canali, così da non interferire con le pareti portanti e con il rivestimento in geotessile. Il cavo dell'ugello permette di raggiungere ogni punto del bacino e quindi di eseguire una completa pulizia con oltre 300 metri di cavo.

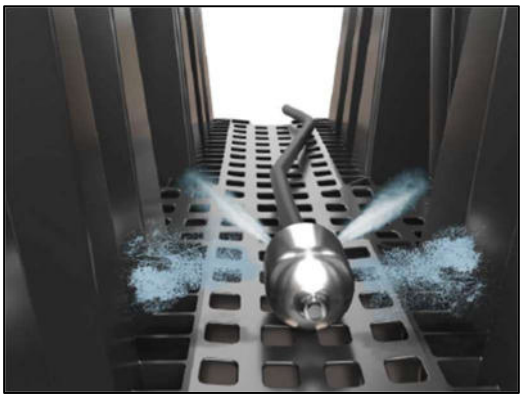


Figura 8.2 – Idropulitrice per pulizia dei canali interni

Nei sistemi realizzati con più livelli sovrapposti di moduli, le attività di ispezione e lavaggio dovranno concentrarsi in via prioritaria sugli strati inferiori, ossia quelli direttamente investiti dalle portate in arrivo e maggiormente soggetti a deposito di sedimenti.

Ogni intervento di ispezione, pulizia o manutenzione deve essere registrato in un apposito registro di esercizio e manutenzione, riportando almeno:

- data dell'intervento;
- personale o ditta esecutrice;
- tipo di attività svolta (ispezione visiva, videoispezione, pulizia pozzetti, lavaggio moduli, ecc.);
- eventuali anomalie riscontrate (occlusioni, danneggiamenti, presenza di sostanze inquinanti, riduzione dell'infiltrazione, ecc.);
- azioni correttive eseguite o da programmare.

Tale documentazione costituisce parte integrante del sistema di gestione e consente di dimostrare il corretto mantenimento nel tempo della funzionalità dell'opera ai fini idraulici e ambientali.

Di seguito si riporta uno schema riassuntivo della manutenzione da eseguire al sistema costituito dalle celle filtranti.

Elemento / componente	**Operazione**	**Frequenza minima consigliata**	**Modalità di controllo / intervento**	**Figura responsabile**
Condotte di adduzione	Ispezione stato interno, verifica ostruzioni e depositi	2 volte/anno (primavera e autunno) + dopo eventi piovosi intensi (Tr ≥ 10 anni)	Ispezione visiva dai pozzetti; se necessario videoispezione; verifica continuità deflusso	Tecnico/manutentore qualificato
Pozzetti di ispezione e dissabbiamento a monte	Rimozione sedimenti, fanghi e materiali flottanti	2 volte/anno + dopo eventi eccezionali + sempre a fine cantiere	Aspirazione con autospurgo; pulizia manuale; controllo quote di ingresso/uscita	Ditta di manutenzione/gestore
Pozzetti di ispezione collegati alla vasca AQUABOX	Pulizia fondo, verifica assenza occlusioni verso la vasca	1–2 volte/anno + dopo eventi intensi	Aspirazione sedimenti; verifica visiva bocche di collegamento	Tecnico specializzato
Moduli AQUABOX (interno vasca)	Lavaggio interno canali e rimozione sedimenti (se necessario)	All'occorrenza, in base alle ispezioni; tipicamente ogni 1–3 anni	Lavaggio con sonda ad alta pressione (80–120 bar), ugelli rotanti; accesso dai pozzetti; uso attrezzatura ≤	Ditta specializzata in pulizia condotte

			16 cm di larghezza	
Sistemi multistrato (strati inferiori)	Ispezione prevalente su livelli inferiori, più soggetti a deposito	Come moduli AQUABOX: 1–3 anni o a necessità	Videoispezione e lavaggio mirato dei canali degli strati inferiori	Ditta specializzata
Unità di pretrattamento (dissabbiatori, separatori oli, ecc.)	Controllo funzionalità, svuotamento e smaltimento rifiuti	Secondo normativa e istruzioni del produttore (es. ogni 6–12 mesi)	Ispezione visiva, misura livelli fanghi/oli, svuotamento con autospurgo	Gestore impianto/ditta autorizzata
Funzionalità complessiva del sistema	Verifica capacità di invaso/infiltrazione e corretto deflusso	Almeno 1 volta/anno	Controllo tempi di svuotamento dopo pioggia, assenza ristagni anomali in superficie	Tecnico incaricato dal proprietario
Registro di manutenzione	Aggiornamento e archiviazione interventi	Ad ogni intervento	Compilazione scheda: data, attività svolte, esiti, anomalie e azioni correttive	Gestore/proprietario dell'opera

8.2 Piani di manutenzione disoleatori

Una volta che l'impianto sarà a regime, l'azione depurativa si svolge autonomamente e sicuramente la sua efficacia è anche frutto di una manutenzione periodica di tutto l'impianto. Successivamente all'avviamento dell'impianto, si valuteranno le frequenze di asportazione dei "fanghi" e della pulizia dei filtri; è evidente che tali operazioni dipenderanno principalmente dai valori in entrata al trattamento.

La manutenzione ordinaria o straordinaria deve essere eseguita sempre da personale specializzato ed autorizzato e lo smaltimento del refluo deve essere eseguito sempre a norma di legge da ditte specializzate del settore. Si raccomanda di svuotare il separatore quando si raggiunge la metà del volume di fango o l'80% della capacità di accumulo.

Nel caso di pulizia con getto in pressione, l'acqua dovrà essere regolata in modo tale da non provocare danni al manufatto, accessori e filtri installati al suo interno. Al termine di ogni pulizia bisogna verificare sempre l'integrità dei filtri.

Un dimensionamento più cautelativo comporta la dilatazione dei tempi di manutenzione quindi, costi di gestione inferiori nel tempo.

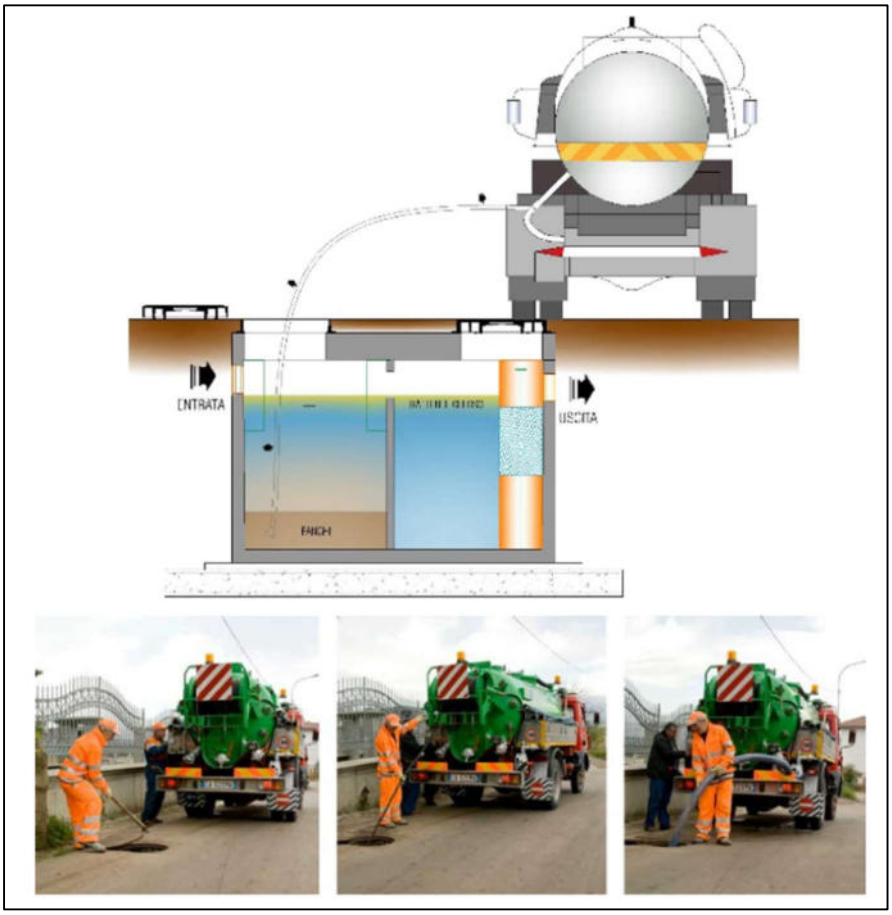


Figura 8.3 – Asportazione dei fanghi

Il Disoleatore Statico è stato ideato per rendere estremamente semplice la manutenzione e la pulizia dei filtri e non necessita di strumentazione particolare per eseguire tale operazione. È necessario tenere monitorato periodicamente lo stato dei filtri installati all'interno dell'impianto e qualora si accumulino particelle fini nel filtro, è evidente che dipenderà principalmente dai valori in ingresso, da monitorare.

Per quanto concerne la pulizia dei filtri a pacchi lamellari si consiglia un controllo visivo delle condizioni dei filtri, a cadenza trimestrale nel primo periodo, poi semestrale e infine una pulizia con lancia ad idrogetto a cadenza annuale.

La pulizia con sistema a lancia ad idrogetto dovrà avvenire a distanza non inferiore ai 30 cm, in modo tale da non danneggiare il pacco filtrante. Le operazioni devono essere eseguite da ditte specializzate con operai qualificati.

Ad intervalli massimi di cinque anni, l'impianto di separazione deve essere svuotato e sottoposto a un'ispezione generale che comprende quanto segue:

- Tenuta dell'impianto;
- Condizioni strutturali;
- Rivestimenti interni, se presenti;
- Stato degli accessori installati;
- Stato dei dispositivi elettrici installati;
- Controllo di regolazione del dispositivo di chiusura automatica, per esempio dei corpi galleggianti.

Dopo queste operazioni e prima della messa in servizio, l'impianto deve essere rifornito con acqua pulita.

Il manufatto finale deve prevedere un sistema di sicurezza con chiusura automatica in caso di presenza di liquidi leggeri (olio, ecc.) per impedire che particelle leggere fluiscano dal manufatto nel caso di versamento accidentale o di manutenzione non eseguita. Il dispositivo può essere tarato in rapporto alla densità e alla quantità degli oli separati. (taratura per densità liquidi leggeri fino 0,85/0,95 g/cm^3). La chiusura automatica a galleggiante avviene meccanicamente, rifacendosi alla legge di gravità che prevede la separazione fisica dei liquidi, determinata dalla diversa densità tra l'olio e l'acqua.

Figura 8.4 – Dispositivo di chiusura automatica

All'aumentare del battente oleoso il galleggiante si abbassa fino al punto in cui viene otturata completamente la tubazione in uscita. Sono utilizzati esclusivamente dispositivi di chiusura automatica realizzati in Acciaio Inox AISI 304 conformi alla norma UNI EN 858-1. Il dispositivo chiude il foro d'uscita impedendo che il refluo fluisca dal manufatto. La resa ottimale dei sistemi tecnologici si ottiene solo con una regolare e scrupolosa manutenzione. Gli intervalli di pulizia devono essere definiti in modo da non superare la capacità di ritenzione del sistema tecnologico e non nuocere alla loro capacità di funzionamento.

Tutte le parti da sottoporre a una regolare manutenzione devono essere raggiungibili in ogni momento.

La manutenzione dell'impianto deve essere effettuata almeno ogni sei mesi da parte di personale qualificato. La manutenzione deve essere effettuata in conformità alle istruzioni del fabbricante, ma deve come minimo comprendere quanto segue:

a) Nel Sedimentatore

- determinazione del volume di fango;

b) Nel Separatore

- misurazione dello spessore dei liquidi leggeri;
- controllo di funzionamento del dispositivo di chiusura automatica, controllo di permeabilità del dispositivo a coalescenza, se i livelli dell'acqua davanti e dietro il dispositivo a coalescenza mostrano una differenza significativa;
- controllo di funzionamento del dispositivo di avvertimento.

c) Colonna di campionamento

- pulizia del canale di scarico.

Il liquido leggero e il fango devono essere rimossi come richiesto. Prima della messa in servizio, il sedimentatore e il separatore devono essere riforniti di acqua pulita.

Le registrazioni relative alla pulizia e alla manutenzione devono essere tenute e messe a disposizione delle autorità, a loro richiesta, e devono contenere le osservazioni su eventi specifici (per esempio riparazioni, incidenti).

Firmato

Il Tecnico

ALLEGATO A: TABELLE DIMENSIONAMENTO RETI FOGNARIE

I codici identificativi dei vari rami di condotte fanno riferimento alla divisione effettuata per avere le aree di afferenza ad ogni collettore della rete e si possono individuare nella **Figura 4.1** riportata all'interno del capitolo 4.

RETE OLEOSA SINISTRA (SOTTOBACINI DA A1 A A15)

Ramo	N_i	N_{i+1}	zf_i	zf_{i+1}	L	i_f	Tipologico	Sezione	Ks	Diam/B	Diam/H	Tirante	Φ	Q	tc	i	A_{tot}		G.R.	V	Fr
IDr	IDN	IDN	[m]	[m]	[m]	[%]	-	-	[$mm^{1/3}s^{-1}$]	[m]	[m]	[m]		[l/s]	[ore]	[mm/h]	[m^2]		[%]	[m/s]	-
dx/sx																					
A1	+0,00	+21,50	1,00	1,06	21,5	0,3	PVC_SN8_315	c_pvc	80	0,297	0,297	0,101	0,83	13	0,115	182,75	314,0		34%	0,6	0,8
A2	+0,00	+1,50	1,00	1,00	1,5	0,3	PVC_SN8_315	c_pvc	80	0,297	0,297	0,095	0,75	12	0,115	182,75	313,9		32%	0,6	0,8
	+21,50	+41,50	1,06	1,12	20,0	0,3	PVC_SN8_315	c_pvc	80	0,297	0,297	0,143	0,79	25	0,115	182,75	627,9		48%	0,8	0,7
A3	+0,00	+1,50	1,00	1,00	1,5	0,3	PVC_SN8_315	c_pvc	80	0,297	0,297	0,085	0,60	10	0,115	182,75	313,8		29%	0,6	0,8
	+41,50	+61,50	1,12	1,18	20,0	0,3	PVC_SN8_315	c_pvc	80	0,297	0,297	0,174	0,73	35	0,115	182,75	941,7		59%	0,8	0,7
A4	+0,00	+1,50	1,00	1,00	1,5	0,3	PVC_SN8_315	c_pvc	80	0,297	0,297	0,122	0,54	19	0,115	182,75	692,7		41%	0,7	0,7
	+61,50	+91,50	1,18	1,27	30,0	0,3	PVC_SN8_400	c_pvc	80	0,377	0,377	0,195	0,65	54	0,115	182,75	1634,4		52%	0,9	0,7
A5	+0,00	+1,50	1,00	1,00	1,5	0,3	PVC_SN8_315	c_pvc	80	0,297	0,297	0,166	0,75	32	0,115	182,75	844,0		56%	0,8	0,7
	+91,50	+111,50	1,27	1,33	20,0	0,3	PVC_SN8_500	c_pvc	80	0,471	0,471	0,227	0,68	86	0,115	182,75	2478,4		48%	1,0	0,8
A6	+0,00	+1,50	1,00	1,00	1,5	0,3	PVC_SN8_315	c_pvc	80	0,297	0,297	0,189	0,92	39	0,115	182,75	844,0		64%	0,8	0,7
	+111,50	+131,50	1,33	1,39	20,0	0,3	PVC_SN8_500	c_pvc	80	0,471	0,471	0,286	0,74	125	0,115	182,75	3322,4		61%	1,1	0,7
A7	+0,00	+1,50	1,00	1,00	1,5	0,3	PVC_SN8_315	c_pvc	80	0,297	0,297	0,189	0,92	39	0,115	182,75	844,0		64%	0,8	0,7
	+131,50	+151,50	1,39	1,45	20,0	0,3	PVC_SN8_630	c_pvc	80	0,593	0,593	0,291	0,78	164	0,115	182,75	4166,4		49%	1,2	0,8
A8	+0,00	+1,50	1,00	1,00	1,5	0,3	PVC_SN8_315	c_pvc	80	0,297	0,297	0,189	0,92	39	0,115	182,75	844,0		64%	0,8	0,7
	+151,50	+171,50	1,45	1,51	20,0	0,3	PVC_SN8_630	c_pvc	80	0,593	0,593	0,331	0,80	204	0,115	182,75	5010,4		56%	1,3	0,8
A9	+0,00	+1,50	1,00	1,00	1,5	0,3	PVC_SN8_315	c_pvc	80	0,297	0,297	0,189	0,92	39	0,115	182,75	844,0		64%	0,8	0,7
	+171,50	+191,50	1,51	1,57	20,0	0,3	PVC_SN8_630	c_pvc	80	0,593	0,593	0,371	0,82	243	0,115	182,75	5854,4		63%	1,3	0,8
A10	+0,00	+1,50	1,00	1,00	1,5	0,3	PVC_SN8_315	c_pvc	80	0,297	0,297	0,192	0,88	40	0,115	182,75	903,6		65%	0,8	0,7

Allegato A

	+191,50	+211,50	1,57	1,63	20,0	0,3	PVC_SN8_630	c_pvc	80	0,593	0,593	0,414	0,83	283	0,115	182,75	6758,0	70%	1,4	0,7
A11	+0,00	+1,50	1,00	1,00	1,5	0,3	PVC_SN8_400	c_pvc	80	0,377	0,377	0,185	0,65	49	0,115	182,75	1482,5	49%	0,9	0,8
	+211,50	+231,50	1,63	1,69	20,0	0,3	PEAD_800	c_pead	80	0,690	0,690	0,407	0,79	332	0,115	182,75	8240,5	59%	1,4	0,8
A12	+0,00	+1,50	1,00	1,00	1,5	0,3	PVC_SN8_400	c_pvc	80	0,377	0,377	0,188	0,63	50	0,115	182,75	1559,2	50%	0,9	0,8
	+231,50	+251,50	1,69	1,75	20,0	0,3	PEAD_800	c_pead	80	0,690	0,690	0,447	0,77	382	0,115	182,75	9799,7	65%	1,5	0,8
A13	+0,00	+1,50	1,00	1,00	1,5	0,3	PVC_SN8_400	c_pvc	80	0,377	0,377	0,190	0,62	51	0,115	182,75	1635,2	50%	0,9	0,8
	+251,50	+271,50	1,75	1,81	20,0	0,3	PEAD_800	c_pead	80	0,690	0,690	0,490	0,75	434	0,115	182,75	11434,9	71%	1,5	0,7
A14	+0,00	+1,50	1,00	1,00	1,5	0,3	PVC_SN8_400	c_pvc	80	0,377	0,377	0,188	0,60	51	0,115	182,75	1668,6	50%	0,9	0,8
	+271,50	+293,50	1,81	1,88	22,0	0,3	PEAD_1000	c_pead	80	0,853	0,853	0,447	0,73	484	0,115	182,75	13103,5	52%	1,6	0,9
A15	+0,00	+1,50	1,00	1,00	1,5	0,3	PVC_SN8_400	c_pvc	80	0,377	0,377	0,164	0,53	40	0,115	182,75	1484,9	44%	0,9	0,8
	+293,50	+307,40	1,88	1,92	13,9	0,3	PEAD_1000	c_pead	80	0,853	0,853	0,469	0,71	523,9	0,115	182,75	14588,4	55%	1,6	0,8

Ramo	N_i	N_{i+1}	zf_i	zf_{i+1}	L	i_f	Tipologico	Sezione	Ks	Diam/B	Diam/H	Tirante	Φ	Q	tc	i	A_{tot}	G.R.	V	Fr
IDr	IDN	IDN	[m]	[m]	[m]	[%]	-	-	[$mm^{1/3}s^{-1}$]	[m]	[m]	[m]		[l/s]	[ore]	[mm/h]	[m^2]	[%]	[m/s]	-
dx/sx																				
BY-PASS	+307,40	+325,40	1,93	1,98	18,0	0,3	PEAD_1000	c_pead	80	0,853	0,853	0,438	0,71	**466,6**	0,115	182,75	14588,4	51%	1,6	0,9
SCARICO	+325,40	**+336,40**	1,98	2,01	11,0	0,3	PEAD_1000	c_pead	80	0,853	0,853	0,469	0,71	**523,9**	0,115	182,75	14588,4	55%	1,6	0,8

POTATA TOTALE RETE OLEOSA SINISTRA Q_{SX}=523,9 l/s, PEAD DE 1000

PORTATA INGRESSO/USCITA DISOLEATORE Q_{DIS}=53,7 l/s, TUBAZIONE Φ 300

PORTATA BY-PASS $Q_{BY\text{-}PASS}$=466,6 l/s, PEAD DE 1000

Allegato A

RETE OLEOSA DESTRA (SOTTOBACINI DA B1 A B20)

Ramo	N_i	N_{i+1}	zf_i	zf_{i+1}	L	i_f	Tipologico	Sezione	Ks	Diam/B	Diam/H	Tirante	Φ	Q	tc	i	A_{tot}		G.R.	V	Fr
IDr	IDN	IDN	[m]	[m]	[m]	[%]	-	-	[$mm^{1/3}s^{-1}$]	[m]	[m]	[m]		[l/s]	[ore]	[mm/h]	[m^2]		[%]	[m/s]	-
dx/sx																					
B1	+0,00	+11,90	1,00	1,04	11,9	0,3	PVC_SN8_315	c_pvc	80	0,297	0,297	0,120	0,69	19	0,122	177,56	545,4		41%	0,7	0,7
B2	+0,00	+3,00	1,00	1,01	3,0	0,3	PVC_SN8_315	c_pvc	80	0,297	0,297	0,096	0,76	12	0,122	177,56	321,4		32%	0,6	0,8
	+11,90	+31,90	1,04	1,10	20,0	0,3	PVC_SN8_315	c_pvc	80	0,297	0,297	0,161	0,72	31	0,122	177,56	866,8		54%	0,8	0,7
B3	+0,00	+3,00	1,00	1,01	3,0	0,3	PVC_SN8_315	c_pvc	80	0,297	0,297	0,100	0,83	13	0,122	177,56	321,4		34%	0,6	0,8
	+31,90	+51,90	1,10	1,16	20,0	0,3	PVC_SN8_315	c_pvc	80	0,297	0,297	0,204	0,75	44	0,122	177,56	1188,2		69%	0,9	0,6
B4	+0,00	+3,00	1,00	1,01	3,0	0,3	PVC_SN8_315	c_pvc	80	0,297	0,297	0,100	0,83	13	0,122	177,56	321,4		34%	0,6	0,8
	+51,90	+71,90	1,16	1,22	20,0	0,3	PVC_SN8_400	c_pvc	80	0,377	0,377	0,202	0,76	57	0,122	177,56	1509,6		54%	0,9	0,7
B5	+0,00	+3,00	1,00	1,01	3,0	0,3	PVC_SN8_315	c_pvc	80	0,297	0,297	0,099	0,82	13	0,122	177,56	321,4		34%	0,6	0,8
	+71,90	+91,90	1,22	1,28	20,0	0,3	PVC_SN8_400	c_pvc	80	0,377	0,377	0,230	0,77	70	0,122	177,56	1831,0		61%	1,0	0,7
B6	+0,00	+3,00	1,00	1,01	3,0	0,3	PVC_SN8_315	c_pvc	80	0,297	0,297	0,098	0,80	13	0,122	177,56	321,2		33%	0,6	0,8
	+91,90	+111,90	1,28	1,34	20,0	0,3	PVC_SN8_400	c_pvc	80	0,377	0,377	0,258	0,78	82	0,122	177,56	2152,2		69%	1,0	0,7
B7	+0,00	+3,00	1,00	1,01	3,0	0,3	PVC_SN8_315	c_pvc	80	0,297	0,297	0,100	0,83	13	0,122	177,56	321,4		34%	0,6	0,8
	+111,90	+131,90	1,34	1,40	20,0	0,3	PVC_SN8_500	c_pvc	80	0,471	0,471	0,241	0,78	95	0,122	177,56	2473,6		51%	1,1	0,8
B8	+0,00	+3,00	1,00	1,01	3,0	0,3	PVC_SN8_315	c_pvc	80	0,297	0,297	0,100	0,83	13	0,122	177,56	321,2		34%	0,6	0,8
	+131,90	+151,90	1,40	1,46	20,0	0,3	PVC_SN8_500	c_pvc	80	0,471	0,471	0,261	0,79	109	0,122	177,56	2794,8		55%	1,1	0,8

Ramo	N_i	N_{i+1}	zf_i	zf_{i+1}	L	i_f	Tipologico	Sezione	Ks	Diam/B	Diam/H	Tirante	Φ	Q	tc	i	A_{tot}		G.R.	V	Fr
IDr	IDN	IDN	[m]	[m]	[m]	[%]	-	-	[$mm^{1/3}s^{-1}$]	[m]	[m]	[m]		[l/s]	[ore]	[mm/h]	[m^2]		[%]	[m/s]	-
dx/sx																					
C1	+0,00	+20,00	1,00	1,06	20,0	0,3	PVC_SN8_315	c_pvc	80	0,297	0,297	0,101	0,77	13	0,122	177,56	352,3		34%	0,6	0,8
C2	+20,00	+40,00	1,06	1,12	20,0	0,3	PVC_SN8_400	c_pvc	80	0,377	0,377	0,178	0,81	46	0,122	177,56	1153,9		47%	0,9	0,8
C3	+40,00	+60,00	1,12	1,18	20,0	0,3	PVC_SN8_400	c_pvc	80	0,377	0,377	0,247	0,82	77	0,122	177,56	1915,4		66%	1,0	0,7
C4	+60,00	+89,50	1,18	1,27	29,5	0,3	PVC_SN8_500	c_pvc	80	0,471	0,471	0,261	0,82	109	0,122	177,56	2676,9		55%	1,1	0,8

Allegato A

C5	+89,50	+109,50	1,27	1,33	20,0	0,3	PVC_SN8_500	c_pvc	80	0,471	0,471	0,284	0,77	124	0,122	177,56	3249,3	60%	1,1	0,7
C6	+109,50	+121,60	1,33	1,36	12,1	0,3	PVC_SN8_500	c_pvc	80	0,471	0,471	0,314	0,74	144	0,122	177,56	3918,3	67%	1,2	0,7

Ramo	N_i	N_{i+1}	zf_i	zf_{i+1}	L	i_f	Tipologico	Sezione	Ks	Diam/B	Diam/H	Tirante	Φ	Q	tc	i	A_{tot}	G.R.	V	Fr
IDr	IDN	IDN	[m]	[m]	[m]	[%]	-	-	[$mm^{1/3}s^{-1}$]	[m]	[m]	[m]		[l/s]	[ore]	[mm/h]	[m^2]	[%]	[m/s]	-
dx/sx																				
B9	+0,00	+3,00	1,00	1,01	3,0	0,3	PVC_SN8_315	c_pvc	80	0,297	0,297	0,106	0,91	15	0,122	177,56	326,0	36%	0,7	0,8
	+151,90	+171,90	1,46	1,52	20,0	0,3	PVC_SN8_630	c_pvc	80	0,593	0,593	0,397	0,77	267	0,122	177,56	7039,1	67%	1,4	0,7
B10	+0,00	+3,00	1,00	1,01	3,0	0,3	PVC_SN8_315	c_pvc	80	0,297	0,297	0,114	1,00	17	0,122	177,56	341,7	39%	0,7	0,7
	+171,90	+191,90	1,52	1,58	20,0	0,3	PVC_SN8_630	c_pvc	80	0,593	0,593	0,415	0,78	284	0,122	177,56	7380,8	70%	1,4	0,7
B11	+0,00	+3,00	1,00	1,01	3,0	0,3	PVC_SN8_315	c_pvc	80	0,297	0,297	0,114	1,00	17	0,122	177,56	341,6	39%	0,7	0,7
	+191,90	+211,90	1,58	1,64	20,0	0,3	PVC_SN8_630	c_pvc	80	0,593	0,593	0,434	0,79	301	0,122	177,56	7722,4	73%	1,4	0,7
B12	+0,00	+3,00	1,00	1,01	3,0	0,3	PVC_SN8_315	c_pvc	80	0,297	0,297	0,109	0,91	15	0,122	177,56	341,5	37%	0,7	0,8
	+211,90	+231,90	1,64	1,70	20,0	0,3	PEAD_800	c_pead	80	0,690	0,690	0,394	0,79	316	0,122	177,56	8063,9	57%	1,4	0,8
B13	+0,00	+5,00	1,00	1,02	5,0	0,3	PVC_SN8_315	c_pvc	80	0,297	0,297	0,083	0,63	9	0,122	177,56	288,9	28%	0,6	0,8
	+231,90	+242,20	1,70	1,73	10,3	0,3	PEAD_800	c_pead	80	0,690	0,690	0,401	0,79	325	0,122	177,56	8352,8	58%	1,4	0,8
B14	+0,00	+5,00	1,00	1,02	5,0	0,3	PVC_SN8_315	c_pvc	80	0,297	0,297	0,079	0,68	8	0,122	177,56	246,0	26%	0,6	0,8
	+242,20	+258,80	1,73	1,78	16,6	0,3	PEAD_800	c_pead	80	0,690	0,690	0,408	0,79	333	0,122	177,56	8598,8	59%	1,4	0,8
B15	+0,00	+5,00	1,00	1,02	5,0	0,3	PVC_SN8_315	c_pvc	80	0,297	0,297	0,097	0,78	12	0,122	177,56	319,9	33%	0,6	0,8
	+258,80	+278,80	1,78	1,84	20,0	0,3	PEAD_800	c_pead	80	0,690	0,690	0,418	0,79	346	0,122	177,56	8918,7	61%	1,5	0,8
B16	+0,00	+5,00	1,00	1,02	5,0	0,3	PVC_SN8_315	c_pvc	80	0,297	0,297	0,110	1,00	16	0,122	177,56	318,9	37%	0,7	0,8
	+278,80	+298,80	1,84	1,90	20,0	0,3	PEAD_800	c_pead	80	0,690	0,690	0,430	0,79	361	0,122	177,56	9237,6	62%	1,5	0,8
B17	+0,00	+0,00	1,00	1,00	0,0	0,3	PVC_SN8_315	c_pvc	80	0,297	0,297	0,102	0,81	14	0,122	177,56	342,4	35%	0,6	0,8
	+298,80	+318,80	1,90	1,96	20,0	0,3	PEAD_800	c_pead	80	0,690	0,690	0,441	0,79	375	0,122	177,56	9580,0	64%	1,5	0,8

Allegato A

Ramo	N_i	N_{i+1}	zf_i	zf_{i+1}	L	i_f	Tipologico	Sezione	Ks	Diam/B	Diam/H	Tirante	Φ	Q	tc	i	A_{tot}		G.R.	V	Fr
IDr	IDN	IDN	[m]	[m]	[m]	[%]	-	-	[$mm^{1/3}s^{-1}$]	[m]	[m]	[m]		[l/s]	[ore]	[mm/h]	[m^2]		[%]	[m/s]	-
dx/sx																					
B18	+0,00	+25,00	1,00	1,08	25,0	0,3	PVC_SN8_315	c_pvc	80	0,297	0,297	0,173	0,57	34	0,122	177,56	1215,5		58%	0,8	0,7
B19	+0,00	+15,40	1,00	1,05	15,4	0,3	PVC_SN8_400	c_pvc	80	0,377	0,377	0,267	0,35	86	0,122	177,56	4970,1		71%	1,0	0,7
B20	+0,00	+5,00	1,00	1,02	5,0	0,30%	PVC_SN8_400	c_pvc	80	0,377	0,377	0,153	0,52	35	0,122	177,56	1364,4		41%	0,8	0,8
	+15,40	+20,40	1,05	1,06	5,0	0,30%	PVC_SN8_500	c_pvc	80	0,471	0,471	0,279	0,39	121	0,122	177,56	6334,5		59%	1,1	0,7
	+20,40	+35,40	1,02	1,06	15,0	0,30%	PVC_SN8_630	c_pvc	80	0,593	0,593	0,282	0,42	155	0,122	177,56	7550,0		47%	1,2	0,8

Ramo	N_i	N_{i+1}	zf_i	zf_{i+1}	L	i_f	Tipologico	Sezione	Ks	Diam/B	Diam/H	Tirante	Φ	Q	tc	i	A_{tot}		G.R.	V	Fr
IDr	IDN	IDN	[m]	[m]	[m]	[%]	-	-	[$mm^{1/3}s^{-1}$]	[m]	[m]	[m]		[l/s]	[ore]	[mm/h]	[m^2]		[%]	[m/s]	-
dx/sx																					
BY-PASS	+318,80	+338,80	1,85	1,91	20,0	0,3	PEAD_1000	c_pead	80	0,853	0,853	0,440	0,63	**470,6**	0,122	177,56	17130,0		52%	1,6	0,9
SCARICO	+338,80	**+378,80**	1,91	2,03	40,0	0,3	PEAD_1000	c_pead	80	0,853	0,853	0,473	0,63	**530,3**	0,122	177,56	17130,0		55%	1,6	0,8

POTATA TOTALE RETE OLEOSA DESTRA Q_{DX}=530,3 l/s, PEAD DE 1000

PORTATA INGRESSO/USCITA DISOLEATORE Q_{DIS}=59,7 l/s, TUBAZIONE Φ 300

PORTATA BY-PASS $Q_{BY\text{-}PASS}$=470,6 l/s, PEAD DE 1000

Allegato A

RETE METEORICA SINISTRA (SOTTOBACINI COPERTURA EDIFICIO DA ED-1 A ED-8)

Ramo	N_i	N_{i+1}	zf_i	zf_{i+1}	L	i_f	Tipologico	Sezione	Ks	Diam/B	Diam/H	Tirante	Φ	Q	tc	i	A_{tot}		G.R.	V	Fr
IDr	IDN	IDN	[m]	[m]	[m]	[%]	-	-	[$mm^{1/3}s^{-1}$]	[m]	[m]	[m]		[l/s]	[ore]	[mm/h]	[m^2]		[%]	[m/s]	-
dx/sx																					
ED-1	+0,00	+1,50	1,00	1,00	1,5	0,30%	PVC_SN8_315	c_pvc	80	0,297	0,297	0,167	1,00	33	0,084	213,43	549,2		56%	0,8	0,7
	+1,50	+26,10	1,00	1,07	24,6	0,30%	PVC_SN8_400	c_pvc	80	0,377	0,377	0,147	1,00	33	0,084	213,43	549,2		39%	0,8	0,8
ED-2	+0,00	+1,50	1,00	1,00	1,5	0,3	PVC_SN8_315	c_pvc	80	0,297	0,297	0,212	1,00	46	0,084	213,43	776,0		72%	0,9	0,6
	+26,10	+56,60	1,07	1,17	30,5	0,3	PVC_SN8_400	c_pvc	80	0,377	0,377	0,250	1,00	79	0,084	213,43	1325,2		66%	1,0	0,7
ED-3	+0,00	+1,50	1,00	1,00	1,5	0,3	PVC_SN8_315	c_pvc	80	0,297	0,297	0,212	1,00	46	0,084	213,43	776,0		72%	0,9	0,6
	+56,60	+102,70	1,17	1,30	46,1	0,3	PVC_SN8_500	c_pvc	80	0,471	0,471	0,285	1,00	125	0,084	213,43	2101,2		60%	1,1	0,7
ED-4	+0,00	+1,50	1,00	1,00	1,5	0,3	PVC_SN8_315	c_pvc	80	0,297	0,297	0,212	1,00	46	0,084	213,43	776,0		72%	0,9	0,6
	+102,70	+125,10	1,30	1,37	22,4	0,3	PVC_SN8_630	c_pvc	80	0,593	0,593	0,298	1,00	171	0,084	213,43	2877,2		50%	1,2	0,8
ED-5	+0,00	+1,50	1,00	1,00	1,5	0,3	PVC_SN8_315	c_pvc	80	0,297	0,297	0,212	1,00	46	0,084	213,43	776,0		72%	0,9	0,6
	+125,10	+163,70	1,37	1,49	38,6	0,3	PVC_SN8_630	c_pvc	80	0,593	0,593	0,344	1,00	217	0,084	213,43	3653,2		58%	1,3	0,8
ED-6	+0,00	+1,50	1,00	1,00	1,5	0,3	PVC_SN8_315	c_pvc	80	0,297	0,297	0,212	1,00	46	0,084	213,43	776,0		72%	0,9	0,6
	+163,70	+186,40	1,49	1,55	22,7	0,3	PVC_SN8_630	c_pvc	80	0,593	0,593	0,392	1,00	263	0,084	213,43	4429,2		66%	1,4	0,7
ED-7	+0,00	+1,50	1,00	1,00	1,5	0,3	PVC_SN8_315	c_pvc	80	0,297	0,297	0,212	1,00	46	0,084	213,43	776,0		72%	0,9	0,6
	+186,40	+225,00	1,55	1,67	38,6	0,3	PEAD_800	c_pead	80	0,690	0,690	0,388	1,00	309	0,084	213,43	5205,2		56%	1,4	0,8
ED-8	+0,00	+1,50	1,00	1,01	1,5	0,3	PVC_SN8_315	c_pvc	80	0,297	0,297	0,153	1,00	28	0,084	213,43	476,0		52%	0,8	0,7
	+225,00	**+281,10**	1,67	1,84	56,1	0,3	PEAD_800	c_pead	80	0,690	0,690	0,411	1,00	**337**	0,084	213,43	5681,2		60%	1,5	0,8

POTATA TOTALE METEORICA SINISTRA Q_{SX}=336,8 l/s, PEAD DE 800

Allegato A

RETE METEORICA DESTRA (SOTTOBACINI COPERTURA EDIFICIO DA ED-9 A ED-16)

Ramo	N_i	N_{i+1}	zf_i	zf_{i+1}	L	i_f	Tipologico	Sezione	Ks	Diam/B	Diam/H	Tirante	Φ	Q	tc	i	A_{tot}		G.R.	V	Fr
IDr	IDN	IDN	[m]	[m]	[m]	[%]	-	-	[$mm^{1/3}s^{-1}$]	[m]	[m]	[m]		[l/s]	[ore]	[mm/h]	[m^2]		[%]	[m/s]	-
dx/sx																					
ED-9	+0,00	+1,00	1,00	1,00	1,0	0,30%	PVC_SN8_315	c_pvc	80	0,297	0,297	0,167	1,00	33	0,084	213,85	549,2		56%	0,8	0,7
	+1,00	+30,70	1,00	1,09	29,7	0,30%	PVC_SN8_400	c_pvc	80	0,377	0,377	0,147	1,00	33	0,084	213,85	549,2		39%	0,8	0,8
ED-10	+0,00	+1,00	1,00	1,00	1,0	0,3	PVC_SN8_315	c_pvc	80	0,297	0,297	0,213	1,00	46	0,084	213,85	776,0		72%	0,9	0,6
	+30,70	+60,70	1,09	1,18	30,0	0,3	PVC_SN8_400	c_pvc	80	0,377	0,377	0,250	1,00	79	0,084	213,85	1325,2		66%	1,0	0,7
ED-11	+0,00	+1,00	1,00	1,00	1,0	0,3	PVC_SN8_315	c_pvc	80	0,297	0,297	0,213	1,00	46	0,084	213,85	776,0		72%	0,9	0,6
	+60,70	+90,70	1,18	1,27	30,0	0,3	PVC_SN8_500	c_pvc	80	0,471	0,471	0,285	1,00	125	0,084	213,85	2101,2		61%	1,1	0,7
ED-12	+0,00	+1,00	1,00	1,00	1,0	0,3	PVC_SN8_315	c_pvc	80	0,297	0,297	0,213	1,00	46	0,084	213,85	776,0		72%	0,9	0,6
	+90,70	+120,70	1,27	1,36	30,0	0,3	PVC_SN8_630	c_pvc	80	0,593	0,593	0,298	1,00	171	0,084	213,85	2877,2		50%	1,2	0,8
ED-13	+0,00	+1,00	1,00	1,00	1,0	0,3	PVC_SN8_315	c_pvc	80	0,297	0,297	0,213	1,00	46	0,084	213,85	776,0		72%	0,9	0,6
	+120,70	+150,70	1,36	1,45	30,0	0,3	PVC_SN8_630	c_pvc	80	0,593	0,593	0,345	1,00	217	0,084	213,85	3653,2		58%	1,3	0,8
ED-14	+0,00	+1,00	1,00	1,00	1,0	0,3	PVC_SN8_315	c_pvc	80	0,297	0,297	0,213	1,00	46	0,084	213,85	776,0		72%	0,9	0,6
	+150,70	+180,70	1,45	1,54	30,0	0,3	PVC_SN8_630	c_pvc	80	0,593	0,593	0,392	1,00	263	0,084	213,85	4429,2		66%	1,4	0,7
ED-15	+0,00	+1,00	1,00	1,00	1,0	0,3	PVC_SN8_315	c_pvc	80	0,297	0,297	0,213	1,00	46	0,084	213,85	776,0		72%	0,9	0,6
	+180,70	+210,70	1,54	1,63	30,0	0,3	PEAD_800	c_pead	80	0,690	0,690	0,389	1,00	309	0,084	213,85	5205,2		56%	1,4	0,8
ED-16	+0,00	+1,00	1,00	1,01	1,0	0,3	PVC_SN8_315	c_pvc	80	0,297	0,297	0,139	1,00	24	0,084	213,85	403,8		47%	0,8	0,7
	+210,70	**+343,80**	1,63	2,03	133,1	0,3	PEAD_800	c_pead	80	0,690	0,690	0,408	1,00	**333**	0,084	213,85	5609,0		59%	1,4	0,8

POTATA TOTALE METEORICA DESTRA Q_{DX}=333,2 l/s, PEAD DE 800

Allegato A

RETE OLEOSA SINISTRA (SOTTOBACINI DA A1 A A15) + RETE METEORICA SINISTRA (SOTTOBACINI COPERTURA EDIFICIO DA ED-1 A ED-8)

Le portate della rete oleosa sinistra si sommano con le portate della rete meteorica sinistra e vengono convogliate tramite unica tubazione verso le celle filtranti, realizzando degli stacchi lungo il percorso come descritto di seguito:

POTATA TOTALE RETE SINISTRA: Q_{SX}=860,7 l/s, PEAD DE 1200

STACCHI PER CELLE FILTRANTI: $Q_{SX/6}$=143,5 l/s, 6 TUBAZIONI IN PVC SN8 DN 500

La tubazione in PEAD DE 1200, dopo il primo stacco e fino al quarto stacco, prosegue con un diametro ridotto DE 1000 per poi ridursi ulteriormente dopo il quarto stacco a DE 800 e terminare con una condotta in PVC SN8 500 per l'ultimo stacco. Nel dettaglio si ha:

POTATA TOTALE RETE SINISTRA MENO PRIMO STACCO : Q_{SX-1}=717,3 l/s, PEAD DE 1000

POTATA TOTALE RETE SINISTRA MENO SECONDO STACCO : Q_{SX-2}=573,8 l/s, PEAD DE 1000

POTATA TOTALE RETE SINISTRA MENO TERZO STACCO : Q_{SX-3}=430,4 l/s, PEAD DE 1000

POTATA TOTALE RETE SINISTRA MENO QUARTO STACCO : Q_{SX-4}=286,9 l/s, PEAD DE 800

POTATA TOTALE RETE SINISTRA MENO QUINTO STACCO : Q_{SX-5}=143,5 l/s, PVC SN8 DN 500

Allegato A

RETE OLEOSA DESTRA (SOTTOBACINI DA B1 A B20) + RETE METEORICA DESTRA (SOTTOBACINI COPERTURA EDIFICIO DA ED-9 A ED-16)

Le portate della rete oleosa destra si sommano con le portate della rete meteorica destra e vengono convogliate tramite unica tubazione verso le celle filtranti, realizzando degli stacchi lungo il percorso come descritto di seguito:

POTATA TOTALE RETE DESTRA: Q_{DX}=863,5 l/s, PEAD DE 1200

STACCHI PER CELLE FILTRANTI: $Q_{DX/6}$=143,9 l/s, 6 TUBAZIONI IN PVC SN8 DN 500

La tubazione in PEAD DE 1200, dopo il primo stacco e fino al quarto stacco, prosegue con un diametro ridotto DE 1000 per poi ridursi ulteriormente dopo il quarto stacco a DE 800 e terminare con una condotta in PVC SN8 500 per l'ultimo stacco. Nel dettaglio si ha:

POTATA TOTALE RETE DESTRA MENO PRIMO STACCO : Q_{DX-1}=719,6 l/s, PEAD DE 1000

POTATA TOTALE RETE DESTRA MENO SECONDO STACCO : Q_{DX-2}=575,7 l/s, PEAD DE 1000

POTATA TOTALE RETE DESTRA MENO TERZO STACCO : Q_{DX-3}=431,8 l/s, PEAD DE 1000

POTATA TOTALE RETE DESTRA MENO QUARTO STACCO : Q_{DX-4}=287,8 l/s, PEAD DE 800

POTATA TOTALE RETE DESTRA MENO QUINTO STACCO : Q_{DX-5}=143,9 l/s, 6 TUBAZIONI IN PVC SN8 DN 500